Российская Академия Наук

Доклад

о состоянии фундаментальных наук в Российской Федерации и о важнейших научных достижениях российских ученых в 2015 году

Доклад утвержден решением Общего собрания членов РАН
23 марта 2016 года

МОСКВА
2016

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 5

I. ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ НАУКА РОССИИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ 6

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАУЧНОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ 6
   1.1. Институциональная структура научного комплекса 6
   1.2. Численность работников, возрастная структура 6
   1.3. Подготовка научных кадров высшей квалификации 9
   1.4. Финансовое обеспечение фундаментальных научных исследований 11
   1.5. Материально-техническая база научных организаций 14
   1.6. О публикационной активности 14
   1.7. Оценка результативности российской фундаментальной науки 17

Выводы по разделу 1 20

2. ГОСУДАРСТВЕННАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА; ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИЕЙ 21
   2.1. Научная политика 21
   2.2. Законодательное обеспечение развития науки и технологий 22
   2.3. Организация фундаментальных научных исследований в Российской Федерации 24
   2.4. Программа фундаментальных научных исследований государственных академий наук 25

Выводы по разделу 2 25

3. РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК: ДВА ГОДА РЕФОРМ 26
   3.1.Система управления научными организациями РАН-ФАНО 26
   3.2.О Научно-координационном Совете ФАНО 28
   3.3. О региональных центрах РАН 29
   3.4. О реструктуризации научных организаций РАН-ФАНО 30
   3.5. Об управлении имущественным комплексом 31

Выводы по разделу 3 32

4. СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНОГО СЕКТОРА НАУКИ 33

5. ПЕРВООЧЕРЕДНЫЕ МЕРЫ ПО РАЗВИТИЮ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ 36

II. СОСТОЯНИЕ ОТРАСЛЕЙ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ НАУКИ И ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ СИТЕМЫ РАН-ФАНО 39

Математические науки 38

Физические науки 49

Нанотехнологии и информационные технологии.....64

Энергетика, машиностроение, механика и процессы управления 70

Химия и науки о материалах.....77

Биологические науки 82

Физиологические науки.....92

Медицинские науки 95

Науки о земле.....105

Общественные науки 134

Глобальные проблемы и международные отношения.....142

Историко-филологические науки 150

Сельскохозяйственные науки 157

Важнейшие научные достижения в области архитектуры и строительных наук 164

Прогноз развития фундаментальных исследований в области архитектуры, градостроительства и строительных наук на долгосрочную перспективу (до 2030 года).....164

Важнейшие научные достижения в области образования 172

Сведения об основных направлениях фундаментальных и прикладных исследований в области наук об образовании.....172

Прогноз развития наук об образовании и смежных с ними наук.....175

Важнейшие результаты.....186

Важнейшие научные достижения в области изобразительного искусства 188

Важнейшие научные достижения, полученные в вузовском секторе науки.....194

Фундаментальные исследования в государственных научных центрах 228

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....236

Принятые сокращения 237

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....258

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....261

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. РИСУНКИ И ИЛЛЮСТРАЦИИ**ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.**

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий Доклад подготовлен в соответствии со статьёй 7 Федерального закона от 27 сентября 2013 г. № 253-ФЗ «О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

В Докладе дан анализ состояния отечественной фундаментальной науки и изложены сведения о важнейших научных достижениях российских учёных в 2015 году.

Доклад подготовлен Информационно-аналитическим центром «Наука» РАН с использованием материалов Совета по науке и образованию при Президенте Российской Федерации, отделений РАН, региональных отделений РАН, государственных академий наук, Минобрнауки России, ФАНО России, ГК Росатом, ГК Роскосмос, ИПРАН РАН, ЦЭМИ РАН, ИПГ РАН, ведущих научных организаций и университетов страны.

Доклад в соответствии со статьёй 11 Федерального закона от 27 сентября 2013 г. № 253-ФЗ «О Российской академии наук…» утвержден решением Общего собрания членов РАН 23 марта 2016 года.

I. ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ НАУКА РОССИИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАУЧНОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

1.1. Институциональная структура научного комплекса

В Российской Федерации исследования и разработки выполняют около 3,6 тыс. организаций. Фундаментальные научные исследования проводятся в академическом и отраслевом секторах науки, а также в организациях высшего образования.

Основной объем фундаментальных научных исследований проводится в 722-х научных организациях системы РАН-ФАНО (около 20% от общего числа организаций, выполнявших исследования и разработки), и научных организациях, подведомственных федеральным органам власти.

Основу отраслевого сектора науки, в котором выполняются фундаментальные исследования, составляют Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» (далее – НИЦ «КИ») и Национальный исследовательский центр «Институт имени Н.Е. Жуковского», а также 48 государственных научных центров (ГНЦ РФ).

В секторе высшего образования научные исследования и разработки проводят около 700 организаций, при этом основной объем исследований (до 70%) выполняют примерно 90 организаций (в том числе МГУ им. М.В. Ломоносова, СПбГУ, 10 федеральных университетов, 29 национальных исследовательских университетов и около 50 вузов в регионах России). Доля сектора высшего образования в общем числе организаций, проводящих исследования и разработки, равна 19,4%.

В 2014 г. число организаций, выполняющих фундаментальные исследования, составляло 1668 организаций, или 46,3% от общего числа организаций, выполняющих исследования и разработки.

1.2. Численность работников, возрастная структура

Общая численность работников, занятых исследованиями и разработками в России, составляла в 2014 г. 732,3 тыс. человек (на 17,5 % меньше, чем в 2000 г.), в том числе 373,9 тыс. исследователей (на 12,2 % меньше, чем в 2000 г.).

В научных организациях РАН-ФАНО были заняты 129, 1тыс. человек (17,6% от общей численности работников). Доля исследователей среди них – 69,7 тыс. человек – составляет 26,5 % всего персонала, занятого фундаментальными исследованиями в стране (по сравнению с 2000 г. исследователей за указанный период стало меньше почти на 15%).

В секторе высшего образования 62,3 тыс. сотрудников заняты исследованиями и разработками, из них 44,3 тыс. человек – исследователи. При этом статистика не дает точного ответа на участие в научных исследованиях профессорско-преподавательского состава. Иначе говоря, современными методами статистического наблюдения невозможно определить точное число исследователей в сфере высшего образования

Численность персонала, занятого исследованиями и разработками в ГНЦ РФ, составляла в 2013 году около 55 тыс. человек, включая 22,5 тыс. исследователей.

По данным ЮНЕСКО[1], доля исследователей в России в целом уменьшилась, так же как и неуклонно снижается доля России в общей численности исследователей (табл.1.1).

Табл. 1.1. Доля исследователей в эквиваленте полной занятости в Российской Федерации

	Доля исследователей от мирового показателя (%)			
Годы	2007	2009	2011	2013
Российская Федерация	7,3	6,4	6,1	5,7

Число исследователей на миллион человек населения составляет около 3000 человек и приблизительно на 30 % отстает от показателей США, Великобритании, Германии Франции.

В 2014 г. численность персонала, выполняющего фундаментальные исследования, составила 262,5 тыс. человек, что на 14,7% меньше по сравнению с 2000 г. При этом численность исследователей за указанный период сократилась на 10,9% и составила 148,7 тыс. человек, в том числе в системе РАН-ФАНО – 69,7 тыс.чел. (рисунок 1.1).

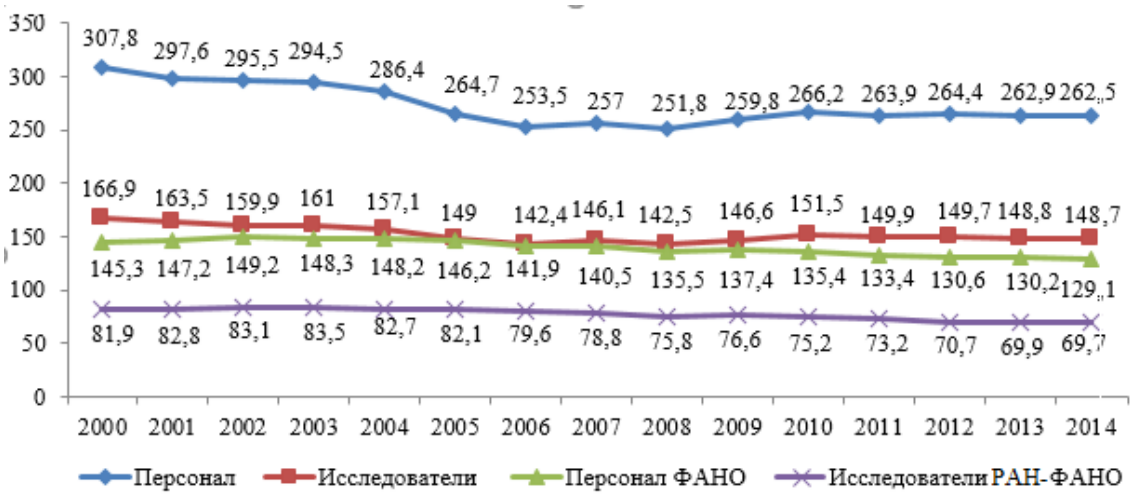


Рис. 1.1. Численность персонала, выполняющего фундаментальные исследования.

Квалификация исследователей, занятых фундаментальными исследованиями, характеризуется следующими показателями (2014 г.)

доктора наук – 28 тыс. человек (7,5% от общей численности исследователей);

кандидаты наук – 81,7 тыс. человек (21,9%).

В 2014 г. основная часть исследователей, выполнявших фундаментальные исследования, была занята в области естественных наук (46,1%) и в области

[1] UNESCO Science Report . Towards 2030 – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. – UNESCO Publishing, 2015, pp. 32-33.

технических наук (22,9%). При этом их численность уменьшилась по сравнению с 2000 г. соответственно на 12,1% и 38,1%.

На конец 2014 г. численность исследователей увеличилась по сравнению с 2000 г. в области общественных наук на 73,8%, гуманитарных наук – 61,3%, медицинских наук – 21,6%, сельскохозяйственных наук – 1,9%. (таблица 1.2).

Табл. 1.2. Распределение исследователей, выполняющих фундаментальные исследования, по областям наук, человек

	2000 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Всего	166865	151486	149923	149735	148795	148669
Области наук:						
естественные	78018	69861	68705	68342	65656	68579
технические	54996	41306	38022	36946	37970	34024
медицинские	9611	10505	10121	11641	11519	11168
сельскохозяйственные	14294	12605	12202	9776	9525	9783
общественные	7756	10776	12796	12567	12973	13482
гуманитарные	6887	9113	10122	11035	10278	11110

Возрастной состав научных организаций РАН-ФАНО характеризовался следующим: количество исследователей в возрасте до 29 лет – 14,0 %, в возрасте 60-69 и старше 70 лет – соответственно, 20,4% и 14,6%. При этом возрастная категория 40-49 лет составляла 12,5%.

Доля исследователей в возрасте до 29 лет увеличилась с 10,2% в 2000 г. до 16,7% в 2014 г. (рис.1. 2).

В старшей возрастной группе 70 и более лет доля исследователей составила 12,2%, повысившись тем самым с 2000 г. более чем на 7%. При этом доля исследователей в возрасте 40–49 лет сократилась с 25,6 до 13,7%.

Численность исследователей, выполнявших фундаментальные исследования, в возрасте 30 − 39 лет увеличилась до 20,4%.

Особую озабоченность вызывает проблема преемственности научных кадров.

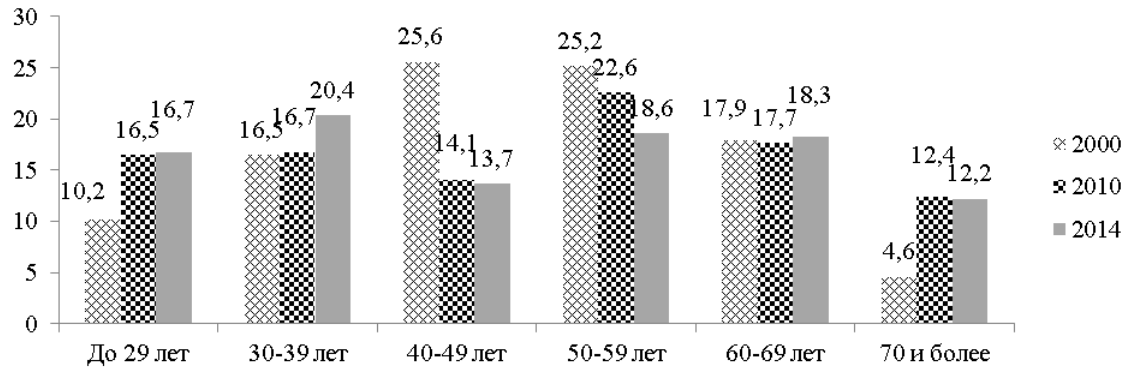


Рис. 1.2. Распределение исследователей, выполняющих фундаментальные исследования, по возрасту, проценты

1.3. Подготовка научных кадров высшей квалификации

За последние 20 лет система подготовки и аттестации кадров высшей квалификации претерпела существенные трансформации.

Согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 20 июня 2011 г. № 475, кандидатская диссертация является научно-квалификационной работой, т.е. в современной трактовке в определении диссертации отсутствуют требования научной новизны защищаемых результатов, полученных самостоятельно (см. табл.1.3). Кроме того, на диссертационные советы возложены функции по определению значимости данной работы для решения проблем развития страны, хотя, казалось бы, эти советы должны оценивать исключительно научную новизну. Вопрос ценности для страны научной разработки определяется соответствующими государственными структурами.

ВАК определил, что диссертация должна быть написана автором самостоятельно, обладать внутренним единством, содержать новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствовать о личном вкладе автора в науку.

Табл. 1.3. Требования к диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

Постановление Правительства Российской Федерации от 20 июня 2011 г. № 475	Постановление Совета Министров СССР от 29 декабря 1975 г. N 1067
Диссертация на соискание ученой степени кандидата наук должна быть **научно-квалификационной работой**, в которой содержится решение задачи, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли знаний, либо изложены научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны.	Диссертация на соискание ученой степени кандидата наук является законченной **научно-исследовательской работой, выполненной самостоятельно или под руководством доктора наук**, содержащей новое решение актуальной научной задачи, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли знаний.

Согласно приведенному определению, диссертация как научно-квалификационная работа представляет собой документ, в основе которого лежит определенная последовательность информационных блоков. При этом нет однозначного указания на то, что исследования, результаты которых выносятся на защиту, должны быть выполнены автором самостоятельно. **Требование самостоятельности относится только к написанию диссертации.**

Законом «Об образовании в Российской Федерации» 273-ФЗ принципиально изменена система подготовки научных кадров высшей квалификации, согласно этому закону аспирантура отнесена к ступени высшего образования. Тем самым качественно изменилась ее суть, поскольку до этого аспирантура рассматривалась не как завершающая ступень высшего образования, а как начальный этап научной карьеры. Основным элементом обучения в аспирантуре становится не самостоятельная научная работа, а обучение по образовательным программам (модулям). Иначе говоря, отличие от стандартной системы обучения заключается в сокращении числа курсов лекций и отсутствии семинарских занятий. Высвободившееся при этом время должно быть

использовано для проведения научно-исследовательской работы. При этом не ставится задача защиты диссертации.

Данная система фактически упраздняет систему подготовки кадров высшей квалификации в академических и отраслевых научных организациях. Прежде всего, меняется идеология – в традиционной схеме главным являлась самостоятельная научная работа аспиранта и посещение занятий в рамках необходимого для сдачи экзаменов кандидатского минимума,

Обеспечение обучения в аспирантуре требует от научной организации разработки и лицензирования программ обучения по всем модулям магистратуры. Очевидно, что далеко не все научные организации могут решить такую задачу, но даже если программы и будут разработаны, необходимо наличие преподавателей, что влечет за собой дополнительные расходы по непрофильным статьям, так, например, наличие преподавателя иностранного языка является непрофильным для естественнонаучного или технического НИИ. И, наконец, поскольку аспирантура является ступенью высшего образования, то для обеспечения учебного процесса необходимо соответствие санитарным нормам, установленным для учебных заведений, что в пределах НИИ не может быть обеспечено в полном объеме, поскольку изначально их здания не проектировались для образовательных целей.

Очевидно, что исторически сложившаяся система подготовки и аттестации научных кадров высшей квалификации подтвердила свою эффективность и отказ от неё нанесет непоправимый урон отечественному научному потенциалу. С учетом уже действующего законодательства в части подготовки кадров высшей квалификации, развитие новой системы подготовки кадров высшей квалификации и аттестации научно-педагогических сотрудников могло бы осуществляться в следующих направлениях:

- установление системы аттестации научных и педагогических кадров высшей квалификации, включающей ученые степени кандидата наук и доктора наук, ученые звания «старший научный сотрудник» и «профессор (по специальности)», педагогические звания «доцент» и «профессор (по кафедре)»;
- формулирование и законодательное закрепление требований к научным диссертациям и процедурами их защиты в соответствии с сутью и логикой научного процесса, а также научной этикой;
- предоставление государственным академиям наук, научным организациям, имеющим особый статус, ведущим университетам права подготовки научных кадров высшей квалификации;
- передача системы аттестации научных кадров в Российскую академию наук, которой законом определена функция экспертизы научных исследований. Очевидно, что это распространяется и на диссертации, которые представляют результаты научных исследований;
- сохранение за Минобрнауки России системы аттестации педагогических кадров, которая включает присуждение званий профессора по кафедре и доцента, обеспечив при этом жесткий контроль со стороны научно-педагогического сообщества;
- введение в систему аттестации кадров высшей квалификации квалификационной степени доктора (кандидата) для сфер деятельности, не относящихся к науке, например, доктор (кандидат) менеджмента, государственной службы и т.д. Присуждение этих степеней должно осуществляться Минобрнауки России.

С учетом того, что подготовка и аттестация научных кадров высшей квалификации не подпадает под действие Закона «Об образовании в Российской

Федерации», представляется целесообразным ввести в Федеральные Законы «О науке и государственной научно-технической политике» и «О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» соответствующие положения.

1.4. Финансовое обеспечение фундаментальных научных исследований

Внутренние затраты на исследования и разработки в целом по Российской Федерации составили в 2014 году 847,5 млрд. руб., доля РАН – ФАНО России в них составляла 12,4% (105,2 млрд. руб.). При этом выделяемые средства шли на выполнение фундаментальных научных исследований или их обеспечение. Что же касается сектора высшего образования, то современными методами статистического наблюдения невозможно дать точную оценку средств, направляемых на проведение исследований и разработок, и тем более выделить средства, направляемые на проведение фундаментальных исследований.

По масштабам бюджетного финансирования фундаментальных научных исследований – 6,1 млрд. долларов по паритету покупательной способности (ППС) – Россия занимает 7 место в мире. Однако по общим объемам финансирования науки (бюджетное плюс внебюджетное) Россия занимает только 9-е место в мире. По уровню затрат на НИОКТР в расчете на душу населения, по ППС, Россия занимает 28 место – 284,9 долл. (2013 г.) в текущих ценах, что несколько уступает уровню Венгрии, Чехии, Италии и Испании и примерно в 5 раз меньше, чем в Швейцарии, США, Швеции и Финляндии, в 3,2 раза ниже, чем в среднем в странах ОЭСР, а также в 2,9 раза – по сравнению со средним показателем для 15 наиболее развитых стран ЕС.

По данным ЮНЕСКО, доля затрат Российской Федерации на НИОКТР составляет порядка 1,1% ВВП (по данным ИПРАН – 1,1% ВВП) (рис. 1.3), что в 2,5 раза ниже, чем в США, в 3,5 раза ниже, чем в Республике Корея, в 2-2, 5 раз ниже, чем во Франции и Германии. По этому показателю РФ сравнима с Бразилией, Малайзией и Турцией.

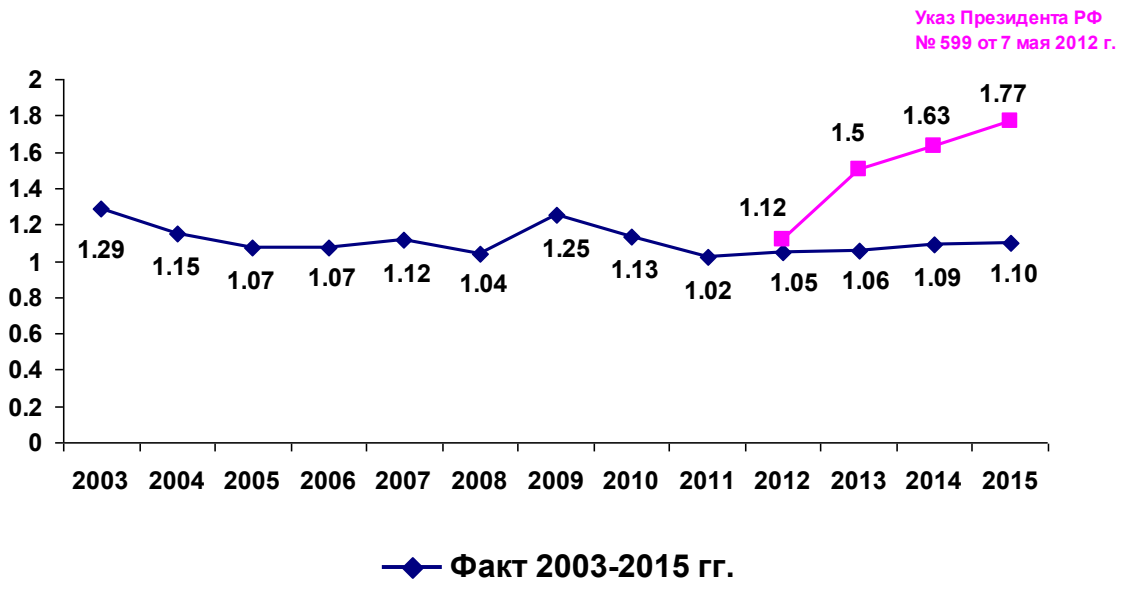


Рис. 1.3 Динамика доли науки в структуре ВВП

Финансирование сферы науки России в пересчете в доллары по ППС в последние годы практически не изменилось, при этом доля Российской Федерации в мировых затратах на НИОКТР с 2009 по 2014 г. уменьшилась с 2% до 1, 7% ВВП.

Табл. 1.4. Доля участия России в общемировых расходах на НИОКТР (2007 г. – 2013 г.)

	Расходы на НИОКТР (ППС в млрд. долл.), в постоянных ценах 2005г.				Доля в мировых расходах на НИОКТР (%)			
Годы	2007	2009	2011	2013	2007	2009	2011	2013
Российская Федерация	22,2	24,2	23,0	24,8	2,0	2,0	1,7	1,7

Расходы на одного исследователя, рассчитанные по ППС – около 56 тыс. долл. США (в постоянных ценах 2005 г.), что сравнимо с Ираком, ниже, чем в Аргентине, и в 3,5-5,5 раз ниже, чем во Франции, Германии, США.

Значительная доля внутренних затрат на НИОКТР в Российской Федерации традиционно направляется на фундаментальные исследования – 19,6% в 2010 г. (данные Росстата). После принятия Правительством РФ в 2011 г. Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года, ориентированной на прикладные исследования, существенная доля ассигнований на НИОКТР стала направляться в этот сектор. Из-за ограниченных финансовых ресурсов эта корректировка произошла в ущерб фундаментальным исследованиям, расходы на которые за период 2008- 2013 гг. сократились с 18,6% (данные Росстата) до 17% от суммы внутренних затрат на научные исследования и разработки.

По данным Центра стратегических разработок, полученным на основе анализа деятельности 597 научных учреждений системы РАН-ФАНО (для оценки были отобраны научные организации со штатной численностью более 50 человек), только у 30% (177 учреждений) затраты на одного сотрудника составляли более 1 млн. руб./год., что указывает на крайне низкий уровень ресурсной обеспеченности научных организаций, а также на высокую зависимость от государственной поддержки.

По предварительным данным, внутренние затраты на исследования и разработки в процентах к ВВП в Российской Федерации составили в 2015 г. примерно 1,10% (оценка), что существенно ниже, чем в ведущих по относительному научному потенциалу странах (Израиль – 4,21%, Корея – 4,15%, Япония – 3,47% , Финляндия – 3,31%, Швеция – 3,30%, США – 2,73%, Китай – 2,08%).

Согласно Прогнозу социально-экономического развития Российской Федерации на 2015 г. и на плановый период 2016-2017 гг., подготовленному Минэкономразвития России, с учетом запланированного в 2014-2017 гг. сокращения ассигнований федерального бюджета на исследования и разработки, уровень затрат будет снижаться и к 2017 г. не превысит 1 % ВВП.

По итогам заседания Совета при Президенте РФ по науке и образованию, состоявшегося 24 июня 2015 г., Правительству Российской Федерации поручено обеспечить при формировании проектов федерального бюджета на 2016 г. и последующие годы объем бюджетных ассигнований на проведение фундаментальных научных исследований в процентном отношении к валовому внутреннему продукту на

уровне 2015 г. В 2016 г. ВВП России по бюджетной росписи составит 74745,0 млрд. руб., а на фундаментальные исследования будет потрачено 112,1 млрд. руб., что составляет 0,15 % от ВВП. Таким образом, общий объем бюджетных ассигнований на фундаментальную науку фиксируется на уровне, существенно ниже соответствующих зарубежных показателей (Швейцария – 0,90%, Корея – 0,74, Франция – 0,64%, США – 0,46%, Израиль – 0,46%, Япония – 0,44%). Такая «консервация» четко укладывается в проводимую в последнее время государственную политику, направленную на относительное сокращение выделяемых фундаментальной науке средств (рис. 1.4).

Таким образом, рост расходов на прикладные исследования и разработки из федерального бюджета за десять лет в два раза обогнал рост расходов федерального бюджета в целом, в то время как объем расходов на фундаментальные исследования оставался в пределах роста бюджета, ни разу не превысив границу в 1% бюджетных расходов. Данный тренд прослеживался и в 2015 г. – расходы федерального бюджета по сравнению с утвержденными ранее на этот год сократились по фундаментальной науке на 9,8%, а по прикладной науке – на 8,3%. При дальнейшем сохранении тенденции следует ожидать сокращения фронта фундаментальных исследований, что приведет к сокращению персонала, снижению качества исследований, а в перспективе к усилению технологической зависимости от стран-технологических лидеров.

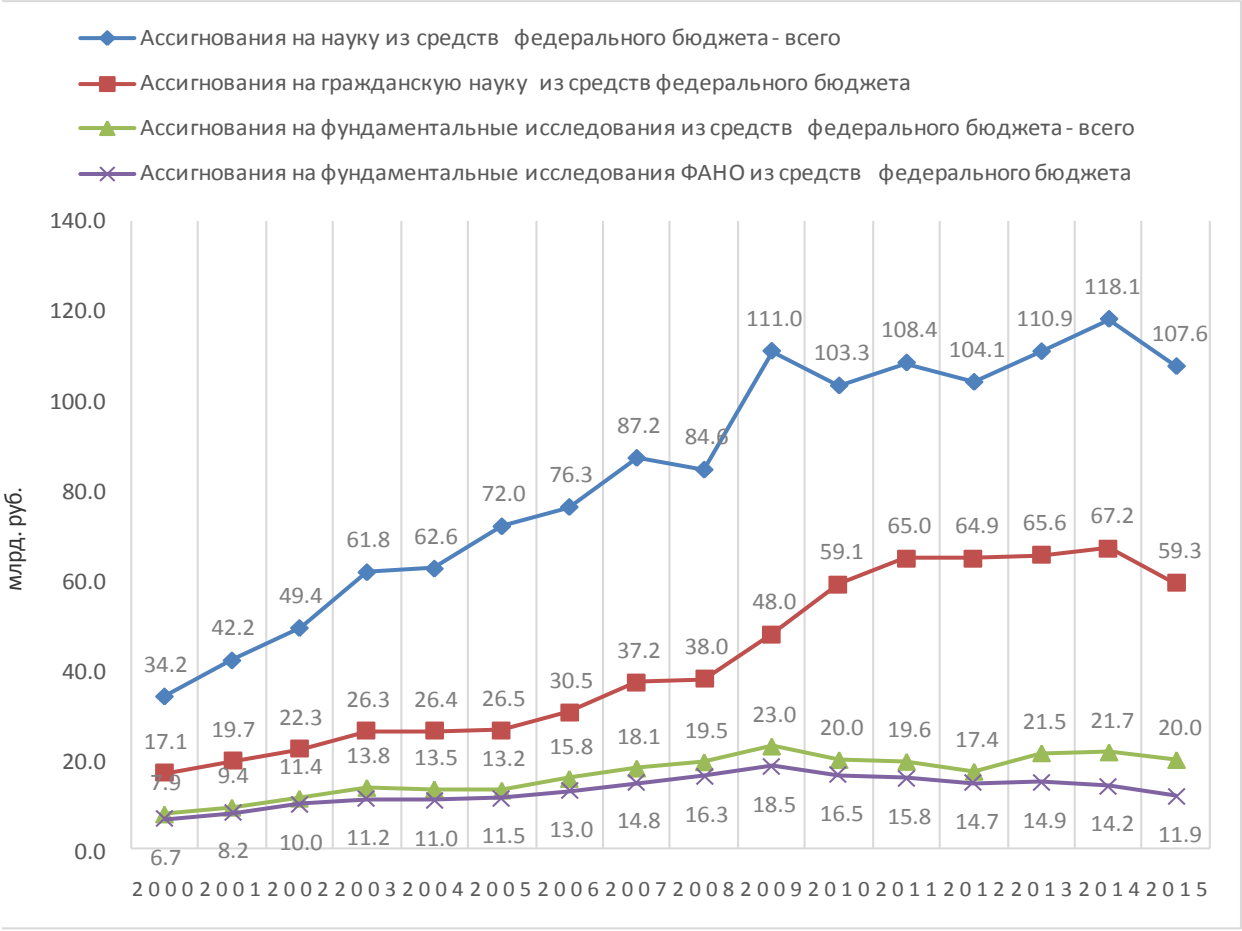


Рис. 1.4. Ассигнования на науку из средств федерального бюджета (в постоянных ценах 2000 г., млрд руб.)

1.5. Материально-техническая база научных организаций

Создание инфраструктуры научных исследований в России – почти исключительная зона ответственности государства, которому принадлежит около 85% парка научных приборов и оборудования, а с учетом совместной собственности (с частными российскими предприятиями и зарубежными организациями) – превышает 90%.

Фондовооруженность на одного исследователя в 2014 г. в целом по России составляла 3305,1 тыс. руб., техновооруженность – 1448,5 тыс. руб. (в действующих ценах).

В последние годы отмечается рост доли машин и оборудования в возрасте до 5 лет в общей стоимости машин и оборудования в организациях, выполнявших исследования и разработки. В 2014 г. данный показатель достиг 47,5%, увеличившись на 4,9 процентных пункта по сравнению с 2012 г. Это объясняется крупными вложениями в вузовский сектор, так, в период 2009–2014 гг. только ведущими университетами приобретено современного оборудования на общую сумму 77,7 млрд. рублей.

Модернизация материально-технической базы науки осуществлялась, как правило, без привязки к решению масштабных социально-экономических и научных задач. В результате загрузка дорогостоящего оборудования не всегда оптимальна. Решение этой проблемы осуществлялось за счет создания и поддержки центров коллективного пользования научным оборудованием, в которых загрузка оборудования существенно выше за счет привлечения к работе на нем сторонних исследователей.

Мониторинг деятельности центров коллективного пользования и уникальных установок (далее – ЦКП, УНУ), проведенный в 2014 году, показал, что в 284 ЦКП и 66 УНУ аккумулировано 6 328 единиц оборудования общей стоимостью 37,3 млрд. рублей. Большинство ЦКП и УНУ сосредоточено в организациях, подведомственных Минобрнауки России и РАН-ФАНО России (236 ЦКП и 54 УНУ). Особенности использования оборудования, находящегося в ЦКП и УНУ, обеспечивает в отдельных случаях загрузку до 70% по ЦКП и до 90% по УНУ, при этом стоимость услуг, оказанных на таких объектах научной инфраструктуры, составила для ЦКП – 19,5 млрд. руб., для УНУ – 7,0 млрд. руб. Число организаций-пользователей научным оборудованием составило соответственно 3 123 и 833 ед.

1.6. О публикационной активности

По данным Thomson Reuters, за прошедшее десятилетие публикационная активность[2] российских ученых в международной базе Web of Science снизилась за период с 2002 г. по 2014 г. с 3,35% до 2,12 (рис.1.5).

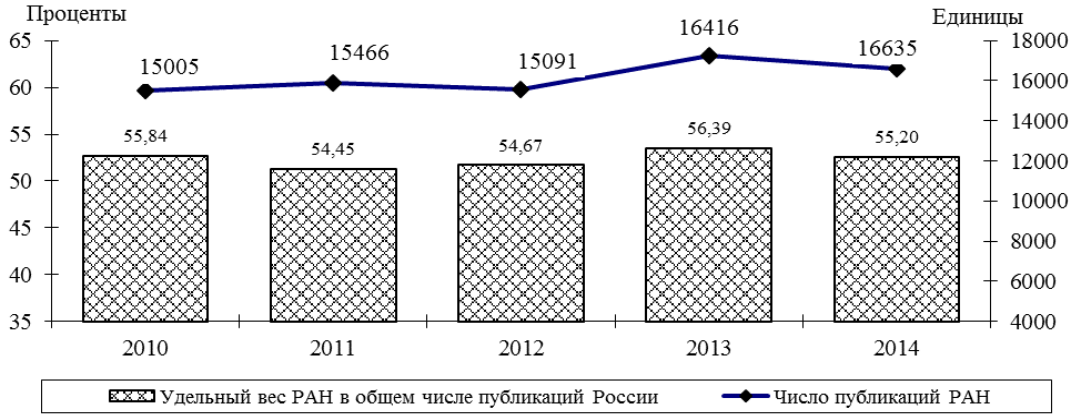
Цитирируемость (или импакт) это важный показатель влияния национальной науки на мировую. Наблюдается положительная тенденция в росте цитируемости отечественных публикаций, доля цитируемости которых составила 54,05 % за период с 2010-2014 гг. по сравнению с 39,6% за период 2000-2004 гг. Для сравнения, Китай занимает второе место в мире по количеству публикаций (в 7 раз больше, чем Россия), но доля его цитируемости составила 58% за 2010 – 2014гг.

[2] Удельный вес публикаций в общем числе публикаций в ведущих научных журналах мира

Число публикаций РАН по естественным и техническим наукам в научных журналах, индексируемых в БД «Web of Science», составило в 2014 г. 16635, это выше, чем в 2010 г. на 1630 единицы, или на 10,8% (рис. 1.6).

Доля РАН в общем числе публикаций России на протяжении ряда лет более или менее постоянна и в 2014г. составила 55,2%, что превышает совместный вклад вузовского и отраслевого секторов.

Рис.1.5. Планируемые и фактические показатели публикационной активности



Включены статьи и обзоры только по естественным и техническим наукам.

Рис. 1.6. Публикации РАН в научных журналах, индексируемых в БД «Web of Science»

Анализ публикационной активности 1000 наиболее цитируемых ученых России показал, что сотрудники РАН в этом списке занимают 57,2%, а доля членов РАН составляет 18,3%.

Табл. 1.5. Распределение по секторам науки 1000 наиболее цитируемых российских ученых

Статус	Общее количество		Первичная аффилированность ученого					
			РАН		Университеты		Отраслевой сектор науки	
	чел.	%	чел.	%	чел.	%	Чел.	%
Члены РАН	183	18.3	125	12.5	25	2.5	33	3.3
В том числе.: Академик РАН	97	9.7	64	6.4	16	1.6	17	1.7
Член-корреспондент. РАН	86	8.6	61	6.1	9	0.9	16	1.6
Научные работники, не являющиеся членами РАН	817	81.7	447	44.7	174	17.4	196	19.6
Всего	1000	100	572	57.2	199	19.9	229	22.9

Публикационная активность российских ученых за период с 2008 г. по 2014 г. возросла на 8%, при этом доля отечествнных публикаций в мировом потоке уменьшилась с 2,7% до 2,3 %, и незначительно возросло число публикаций с зарубежными учеными.

Табл. 1.6. Публикационная активность[3] российских ученых

	2008 год	2014 год
Общее число публикаций	27364	30133
Доля от общемирового показателя (%)	2,7	2,2
Публикации с международными соавторами (%)	32,5	35,7

Среди стран БРИКС Россия лидирует в областях физики, химии, наук о Земле, но отстает от них в области наук о жизни (рис.1.7).

[3] При составлении таблиц использовалась информация, доступная в сети по адресу http://www.expertcorps.ru/. Корпус экспертов, совместно с Thomson Reuters и проектом Scientific.ru, ведет базу данных наиболее цитируемых российских ученых. В базе используются данные Web of Science, включая «скрытые» ссылки («Cited Reference Search»).

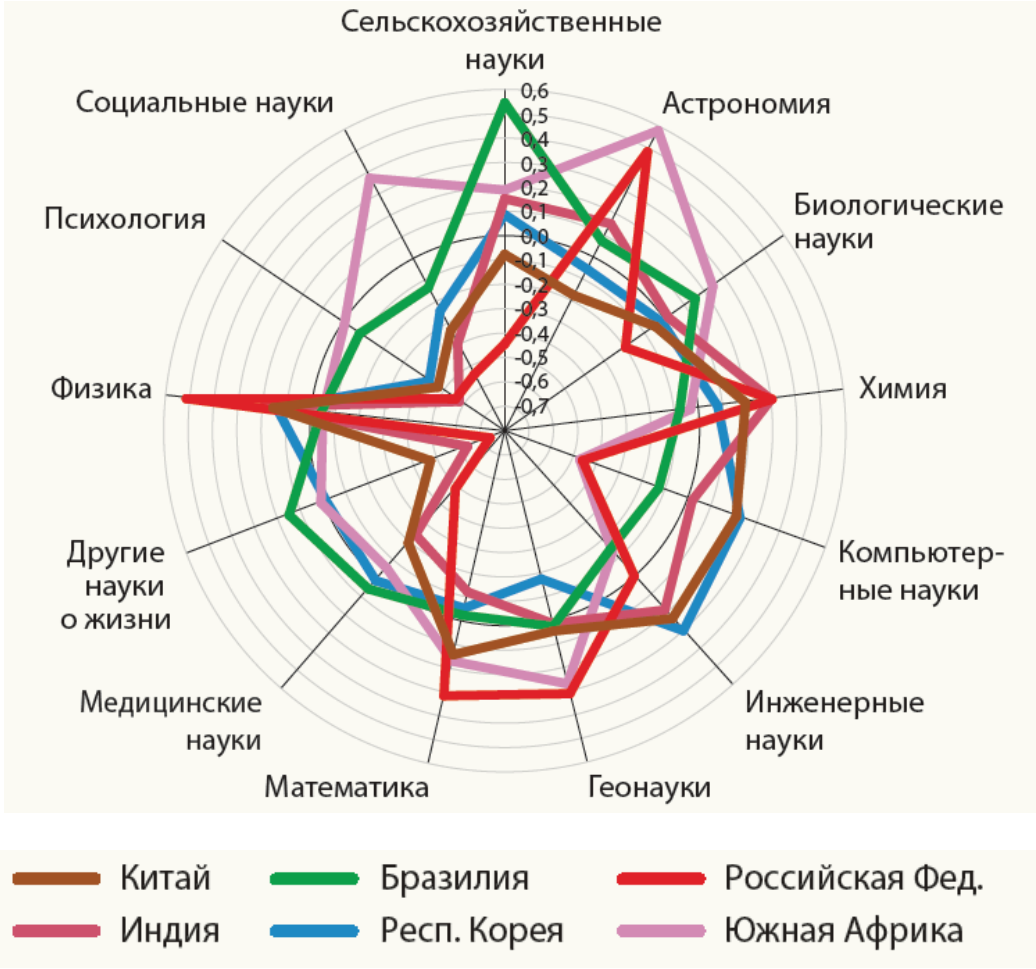


Рис. 1.7. Публикационная активность по областям науки*

* Опубликовано в 2015 г. Организацией Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры, 7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France

1.7. Оценка результативности российской фундаментальной науки

В настоящее время нормативной базой оценки результативности научных организаций являются:

Постановление Правительства Российской Федерации от 8 апреля 2009 г. N 312 об утверждении Правил оценки и мониторинга результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения;

Типовая методика оценки результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения, утвержденная приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 марта 2014 г. N 161;

Приказ ФАНО России от 26.06.2015 №22н «Об утверждении Методики оценки результативности деятельности научных организаций, подведомственных Федеральному агентству научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения».

В настоящее время российским научным сообществом не выработаны единые подходы к оценке эффективности фундаментальной науки.

Представляется, что вопросы эффективности российской фундаментальной науки должны рассматриваться на двух уровнях: международном и внутрироссийском.

В мировой практике оценка результатов фундаментальной науки, как правило, проводится на основе экспертных оценок научного сообщества, а также показателей публикационной активности и цитирования. При прочих равных условиях число научных публикаций зависит от интенсивности проводимых в стране научных исследований, которая напрямую зависит от объёмов государственных вложений в исследования и разработки. Как уже отмечалось, по ресурсному обеспечению в абсолютных показателях отечественная фундаментальная наука в разы уступает развитым странам.

Существующие подходы к сравнительной оценке результативности различных секторов науки дают несопоставимые результаты, которые не могут быть использованы для дальнейшего количественного анализа. Однако, независимо от применяемых методик, следует признать, что по абсолютным показателям результативность отечественной фундаментальной науки существенно уступает развитым странам, что объясняется как существенно более низкими объёмами финансирования, так и внутренними проблемами научного сектора (отсутствие преемственности научных кадров, недостаточность современного оборудования и др.).

Оценка сравнительной результативности академического, вузовского и отраслевого секторов науки также может быть проведена только на качественном уровне.

Нельзя также не видеть, что рост количественных показателей сопровождается известным снижением качества, в какой-то мере даже депрофессионализацией науки. Этому в значительной степени способствует увлечение чиновников формально-количественными показателями эффективности научного труда и тестовыми формами оценки уровня образования. Такая же тенденция наблюдается при решении проблем аттестации кадров высшей квалификации. Следует отметить, что применительно к фундаментальным научным исследованиям решающую роль в оценке научного труда играют экспертные сообщества, научные коллективы, а не формальные критерии.

Общеизвестно, и это подтверждает зарубежная практика, что результативность фундаментальной науки не должна определяться показателями патентования и коммерциализации. Косвенным показателем результативности ориентированных фундаментальных исследований может быть количество получаемых патентов.

Вузовский сектор

Можно отметить ряд успехов вузов по привлечению средств на научные разработки. К примеру, большинству вузов – участников рейтинга удалось за год ощутимо нарастить объемы НИОКТР.

Объем бюджета, привлеченного на НИОКТР, вырос почти на 20%.

РАН, в соответствии с ФЗ-253, были запрошены сведения о выполненных в 2015г. в 40 ведущих вузах фундаментальных исследованиях. Как показал анализ, проведенный в отделениях РАН по областям и направлениям науки, значительное число научных результатов вузов соответствует мировому уровню. Качество исследований повысилось как вследствие увеличения финансирования (таблица 1.7), так и за счет привлечения исследователей Российской академии наук.

Не представлены сведения Санкт-Петербургским государственным университетом, Московским физико-техническим институтом.

Табл. 1.7. Объем бюджетов вузов, привлеченных на НИОКР.

Группы вузов	Объем бюджета, привлеченного на НИОКР, млн рублей		
	2015	2014	Прирост, %
В среднем по топ-100 вузов	809	675	19.8
Участники программы «5–100»	1 649	1 241	32.9
Экономические вузы	301	216	39.5
Технические вузы	935	793	17.8
Медицинские вузы	118	76	54.1
Национальные исследовательские вузы	1 508	1 196	26.1
Вузы Москвы и Санкт-Петербурга	1 267	1 079	17.4
Источник: RAEX («Эксперт РА»), данные вузов			

Табл. 1.8. Лучшие вузы по уровню научно-исследовательской деятельности4

1	Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова
2	Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
3	Национальный исследовательский Томский политехнический университет
4	Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина
5	Южный федеральный университет
6	Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
7	Национальный исследовательский Томский государственный университет
8	Московский физико-технический институт (государственный университет)
9	Казанский (Приволжский) федеральный университет
10	Санкт-Петербургский государственный университет
11	Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
12	Новосибирский национальный исследовательский государственный университет
13	Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
14	Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
15	Сибирский федеральный университет

[4] Рейтинговое агентство RAEX («Эксперт РА») при поддержке фонда Олега Дерипаска «Вольное Дело» составило четвертый ежегодный рейтинг вузов России . При подготовке рейтинга использовались статистические показатели, а также проводились масштабные опросы среди 17,4 тысячи респондентов: работодателей, представителей академических и научных кругов, студентов и выпускников.

16	Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики
17	Новосибирский государственный технический университет
18	Воронежский государственный университет
19	Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского
20	Российский университет дружбы народов
* Основанием для ранжирования служат результаты вуза при оценке по группам показателей: «научные достижения», «инновационная активность», «инновационная инфраструктура».	

ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ 1

1. В последнее десятилетие наблюдается устойчивое сокращение российского научного потенциала, что характеризуется снижением численности занятых в сфере исследований и разработок, недостаточностью финансового и ресурсного обеспечения науки.

2. По своему научному потенциалу страна уступает не только странам – технологическим лидерам, но и не входит в число лидеров стран G20.

3. В результате проведенных реформ науки и образования статус ученой степени был существенно снижен, что не способствует повышению престижа научной деятельности и не стимулирует приток в науку талантливой молодежи. Это отразилось и на качестве диссертаций, и на их количестве, а также на престиже научной работы в целом. В настоящее время необходима существенная модернизация системы подготовки и аттестации научных кадров высшей квалификации. При этом вопросы аттестации научных кадров высшей квалификации должны быть возложены на РАН, как ведущую экспертную организацию страны в части научных результатов.

2. ГОСУДАРСТВЕННАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА; ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ РЕАЛИЗАЦИЕЙ

2.1. Научная политика

Начиная с 2005 года, в России был принят ряд стратегических документов, направленных на переход к инновационному пути развития:

2005 г. – Основные направления политики России в области развития инновационной системы на период до 2010 года;

2006 г. – Стратегия развития науки и инноваций до 2015 года;

2008 г. – Стратегия и Концепция социально-экономического развития России до 2020 года;

2011 г. Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года;

2015 г. – Стратегия национальной безопасности Российской Федерации.

Отдельные положения по развитию науки сформулированы в Указах и поручениях Президента Российской Федерации

В 2015 г. завершилась реализация Стратегии развития науки и инноваций в Российской Федерации, в которой были заданы ориентиры развития науки. Несмотря на все меры по стимулированию инновационного развития, средний уровень достижения запланированных показателей составил около 40%, а по отдельным ключевым показателям получена отрицательная динамика.

В таблице 2.1. приведены плановые и фактические показатели реализации Стратегии. Представленные данные наглядно показывают, что в части, касающейся развития научного комплекса, показатели не достигнуты.

Также обстоит дело с выполнением майских (2012 г.) Указов Президента Российской Федерации, согласно которым к 2015 г. доля затрат на исследования и разработки должна была составить 1,77% ВВП (достигнуто 1,19%), а доля публикаций российских исследователей в общем количестве публикаций в мировых научных журналах, индексируемых в базе данных "Сеть науки" (WEB of Science), до 2,44% (предварительные оценки показывают в 2015г. 2,24%).

Следует особо отметить невыполнение планов по ресурсному обеспечению научных исследований, поскольку именно этот фактор является основным условием для развития научно-технологического потенциала страны.

Табл. 2.1. Плановые и фактические показатели Стратегии развития науки и инноваций-2015

	ПОКАЗАТЕЛЬ	2010		2014		2015	
		План	Факт	План	Факт	План	Факт
1.	***Внутренние затраты на исследования и разработки % к ВВП***						
	Инерционная динамика	1,63	1,13	1,76	1,09	1,76	1,10
	С учетом реализации стратегии	2,0		2,4		2,5	
2.	***Удельный вес внебюджетных средств во внутренних затратах на исследования и разработки, %***						
	Инерционная динамика	45 4	31,2	46,6	34,2	47,0	34,5
	С учетом реализации стратегии	60,0/		68,0		70,0	

3.	***Удельный вес вузовского сектора науки во внутренних затратах на исследования и разработки %***						
	Инерционная динамика	8,2	8,3	-	9,8	-	11,2
	С учетом реализации стратегии	15		19,0		20,0	
4.	***Удельный вес России в общем числе публикаций в ведущих научных журналах мира %***						
	Инерционная динамика	3,6	1,87	4,1	2,06	4,2	2,24
	С учетом реализации стратегии	4,0		4,5		4,7	
5.	***Удельный вес исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности исследователей, %***						
	Инерционная динамика	28,0	35,5	28,8	41,3	29,0	32,1
	С учетом реализации стратегии	35,0		35,8		36,0	

Следует также отметить, что невыполнение намеченных показателей свидетельствует о недостаточной качественной разработке стратегических документов, их декларативности и недостаточной обоснованности.

Кроме того, несмотря на декларируемые цели в плане развития научной сферы России, на практике реализуются мероприятия, направленные на ее сокращение. Так, решение о ликвидации Российской академии наук как научной организации мирового уровня не только не предусматривалось стратегическими документами, но было принято без предварительных консультаций с учеными и специалистами, без достаточной проработки и оценки последствий принимаемых решений.

Таким образом, реализуемая в настоящее время государственная научно-техническая политика нуждается в существенной корректировке.

2.2. Законодательное обеспечение развития науки и технологий

Основным правовым документом, регламентирующим формирование и реализацию государственной научно-технической политики, является Федеральный закон от 23.08. 1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике». Кроме того, в последние годы был принят ряд законов, направленных на развитие научных организаций (Табл.2.2).

В результате внесения в закон «О науке и государственной научно-технической политике» многочисленных изменений и принятия новых законов сложилась ситуация, когда правовые нормы уже не отвечают логике развития науки в интересах государства, общества и экономики.

Так, из Закона были исключены положения о гарантированных объемах финансирования научных исследований из федерального бюджета, что негативно отразилось на ресурсном обеспечении науки. Исключение из Закона определения научной организации в условиях несовершенной системы экспертизы повысило риск доступа к получению бюджетных средств, предназначенных для проведения научных исследований, структурам, не обладающим достаточным научным потенциалом,. Также из Закона были исключены разделы, определяющие предметы ведения и полномочия федерального центра и регионов, а также предметы совместного ведения и полномочий. Тем самым повышены риски дезинтеграции единого научно-технологического пространства на территории России.

Табл. 2.2. Основные законы, регулирующие формирование и реализацию государственной научно-технической политики

Номер закона	Название закона	Дата принятия
127-ФЗ	"О науке и государственной научно-технической политике"	23.08.1996
259-ФЗ	«О Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова и Санкт-Петербургском государственном университете»	21.10.2009
220-ФЗ	«О национальном исследовательском центре «Курчатовский институт»	27.07.2010
291-ФЗ	«О Российском научном фонде и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»	02.11.2013
253-ФЗ	"О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации"	27.09.2013
326-ФЗ	«О Национальном исследовательском центре «Институт имени Н.Е. Жуковского»	04.11.2014

В современной редакции Закон «О науке и государственной научно-технической политике» не рассматривает науку как ведущую производительную силу инновационной экономики, хотя именно такой подход реализуется в странах – технологических лидерах.

В системе государственного управления наукой сложилась ситуация, когда решения по одному и тому же вопросу могут приниматься независимо различными структурами (рис.2.1), что требует создания дополнительных координирующих органов на уровне Правительства РФ.

Рис. 2.1. Система управления научными организациями

В настоящее время в России можно выделить следующие основные центры управления наукой:

Формирование государственной научной политики – Минобрнауки России, Российская академия наук;

Проведение экспертизы научных программ и проектов – Минобрнауки России, Российская академия наук, Российский научный фонд, Российский фонд фундаментальных исследований, Российский фонд перспективных исследований, другие организации по поручению федеральных органов государственной власти;

Финансирование научных исследований – Минобрнауки России, Российская академия наук, Федеральное агентство научных организаций, Российский научный фонд, Российский фонд фундаментальных исследований, Российский гуманитарный научный фонд, Фонд перспективных исследований, Минобороны России, Минпромторг и др.

Наличие нескольких центров управления значительно снижает общую эффективность деятельности научного комплекса страны и приводит к неоправданным бюджетным расходам.

2.3. Организация фундаментальных научных исследований в Российской Федерации

В Российской Федерации фундаментальные научные исследования проводятся в рамках Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2013-2020 годы), утвержденной Правительством Российской Федерации (27.12.2012 г. № 2538-р).

Управление Программой осуществляет Координационный совет (КС), положение о котором и его персональный состав также утверждены Правительством Российской Федерации (Постановление Правительства Российской Федерации от 2.07.2013 г. № 554 и распоряжение Правительства Российской Федерации от 3 ноября 2014 года № 2185-р, соответственно). Сопровождение Программы возложено на Минобрнауки России.

Таким образом, КС по Программе был сформирован почти через два года после начала ее работы. В 2015 году прошло одно заседание КС, на котором рассматривались вопросы внесения изменений в программу. Анализ хода реализации Программы и полученные результаты на заседаниях КС не рассматривались. Информацией о научных результатах, полученных в ходе реализации Программы и достигнутых показателях аппарат КС не располагает[5].

Таким образом, опыт работы 2013-2015 гг. показал, что до настоящего времени не удалось создать полноценную систему координации фундаментальных научных исследований, выполняемых в Российской Федерации.

[5] Письмо Минобрнауки России от 21.01.2016 № 14-108

2.4. Программа фундаментальных научных исследований государственных академий наук

Практические вопросы координации фундаментальных научных исследований отрабатывались, начиная с 2008 года, в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 03.12.2012 № 2237-р.

Система управления данной программой была полностью сформирована к апрелю 2013 г. (Постановление Правительства Российской Федерации от 26.03.2013 г. № 258 и Распоряжение Правительства Российской Федерации от 10.04.2013 № 582-р). Причем в состав Координационного совета по данной программе были включены не только руководители государственных академий наук, но и представители заинтересованных федеральных органов государственной власти, отраслевой науки, ведущих университетов, наукоемких госкорпораций. В соответствии с законодательством, по итогам выполнения Программы академий наук в 2013, 2014 гг. в Правительство Российской Федерации, в Минобрнауки России, в другие заинтересованные ведомства направлялись подробные отчеты о полученных научных результатах. Также подробная информация о работе Координационного Совета размещается на официальном сайте РАН.

В 2015 году на заседании Координационного совета Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук в 2013-2020 гг., в частности, были рассмотрены следующие вопросы[6]:

О проведении междисциплинарных фундаментальных научных исследований в интересах научных проблем в освоении Арктики;

О разработке и актуализации долгосрочного прогноза развития фундаментальных исследований.

Таким образом, в ходе реализации Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук в 2013-2020 гг. была отработана модель координации фундаментальных научных исследований, которая может быть распространена на управление всеми фундаментальными научными исследованиями в Российской Федерации.

ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ 2

Анализ опыта реализации государственной научно-технической политики и законодательства, регламентирующего сферу науки, образования, технологий и инноваций и системы государственного управления, показывает, что существующая модель организации науки не отвечает задаче перехода к инновационному развитию страны.

Требуется разработать новую Доктрину развития российской науки, исходя из определения науки как стратегического ресурса долгосрочного развития страны. Соответствующие положения должны быть включены в разрабатываемую Стратегию научно-технологического развития на долгосрочную перспективу и учтены при разработке нового законодательства о науке.

---

[6] Подробный доклад о ходе реализации Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук за 2015 г. представлен в специальном докладе Правительству Российской Федерации.

3. РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК: ДВА ГОДА РЕФОРМ

3.1.Система управления научными организациями РАН-ФАНО

Основной декларируемой целью трансформации Российской академии наук было отделение ученых от исполнения несвойственных им функций по управлению государственным имуществом. С этой целью за РАН (ст.2 253-ФЗ) законодательно была закреплена функция «научно-методического руководства научной и научно-технической деятельностью научных организаций и образовательных организаций высшего образования". Однако при этом законодательно не были определены ни суть научно-методического руководства, ни полномочия РАН, ни механизмы реализации этой функции. Более того, если до принятия 253-ФЗ «О Российской академии наук…» РАН обладала особым статусом, то в статусе ФГБУ она мало чем отличается от обычных университетов, детских садов и т.п. социальных учреждений, хотя должна выполнять функции научно-методического руководства такими структурами как ведущие университеты, НИЦ, ГНЦ и др., организационно-правовое положение которых дает намного больше возможностей.

Научные организации, находящиеся до принятия ФЗ-253 в ведении РАН, РАМН и РАСХН, были переданы *«в ведение федерального органа исполнительной власти, специально уполномоченного Правительством Российской Федерации на осуществление функций и полномочий собственника федерального имущества, закрепленного за указанными организациями» (ст.18 п.9 ФЗ-253).*

Таким образом, была предложена система управления, подразумевающая наличие двух центров управления научным комплексом. При этом управляющие структуры имеют различный организационно-правовой статус, а, следовательно, и принципиально отличающийся административный ресурс: управление содержательной частью – научными исследованиями возложено на Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российская академия наук», а обеспечивающие функции – на Федеральное агентство научных организаций, которому были также переданы в полном объеме права учредителя подведомственных организаций.

Двойственность системы управления потребовала формирования новых механизмов управления. С целью обеспечения координации взаимодействия РАН, ФАНО и подведомственных ФАНО научных организаций, постановлением Правительства Российской Федерации от 25.10.2013 г. № 959 было поручено образование Научно-координационного совета, создаваемого при ФАНО. При этом положение о НКС и его персональный состав утверждаются приказом руководителя ФАНО.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 29.05.2015 №522 установлен порядок реализации принципа «двух ключей», согласно которому вопросы взаимодействия РАН-ФАНО регулируется регламентами, утверждаемыми руководителями. В случае наличия разногласий окончательное решение по порядку взаимодействия принимает Правительство Российской Федерации.

Формализация управленческих процессов, попытка свести управление к реализации функций, предусмотренных регламентами, привели к лавинообразному росту документооборота. По имеющимся оценкам, объем переписки научных организаций с вышестоящими органами возрос по сравнению с дореформенным периодом минимум в четыре раза. При этом организация работы в ФАНО построена таким образом, что наряду с административно-хозяйственными функциями ФАНО активно вмешивается в организацию научных исследований, включая определение направлений исследований и организацию их проведения.

Сложившаяся ситуация обусловлена прежде всего несовершенством Федерального закона 253-ФЗ «О Российской академии наук…», в котором отсутствует четкое распределение предметов ведения и полномочий между РАН и ФАНО. В результате этого трактовка отдельных пунктов положения о ФАНО фактически закрепляет за ФАНО функции не только административно-хозяйственного, но и научного руководства. Так, пунктами 5.3.2, 5.3.3.,5.3.4 Положения на ФАНО возложено утверждение программ развития научных организаций, подведомственных Агентству, государственных заданий на проведение фундаментальных исследований и поисковых научных исследований подведомственными научными организациями; разработка (совместно с РАН) плана проведения фундаментальных исследований, проведение оценки эффективности деятельности организаций, подведомственных Агентству (с учетом оценки, осуществляемой РАН). Все это далеко выходит за рамки финансово-хозяйственной деятельности.

Кроме того, в мае 2015 г. ФАНО России выступило с реальными возражениями против осуществления РАН своих полномочий по научно-методическому руководству научными организациями и организациями высшего образования (письмо от 25.05.2015 №007-182-11/4к-282). Помимо этого, ФАНО ввело ограничение на предоставление подведомственными организациями информации, необходимой РАН для осуществления своих функций, что прямо противоречит соответствующим положениям 253-ФЗ «О Российской академии наук…».

Предполагалось, что урегулирование спорных проблем будет осуществляться в рамках деятельности НКС. Однако в Положении о НКС, утверждённом руководителем ФАНО России, координация в явном виде не предусмотрена. Более того, практика работы НКС показала, что в ряде случаев его деятельность направлена на перенос в ФАНО функций, закрепленных Законом за РАН, создание параллельной РАН системы формирования научной политики и управления научными исследованиями, разработку собственных подходов к организации фундаментальных научных исследований, что не входит в его полномочия, но находит поддержку в руководстве ФАНО. Наиболее ярким примером этого является рассмотрение НКС без проработки с РАН нового подхода к формированию Плана проведения фундаментальных и поисковых научных исследований, фактически исключающего научно-методическое руководство РАН научными организациями.

Концентрация финансовых и материальных активов дает возможность ФАНО выстраивать собственную систему научных исследований. Показательна ситуация, сложившаяся в 2015 г. с программами фундаментальных исследований по приоритетным направлениям президиума РАН. ФАНО России в 2015 году при распределении объёмов ассигнований на выполнение Программ президиума РАН, формируемых на конкурсной основе в соответствии с приоритетными направлениями фундаментальных научных исследований, определяемых президиумом РАН, на практике реализовало принцип остаточного финансирования. В результате были существенно снижены объемы финансирования проектов Программ президиума РАН, выполняемых по стратегическим приоритетным направлениям: исследования в интересах развития Арктического региона, обороны и безопасности, математического моделирования, медицинской тематики.

Перечень конкурсных междисциплинарных программ с объемами финансирования ежегодно утверждается президиумом РАН (Приложение 1). При секвестре бюджета в 2015 г.оду ФАНО России уменьшило объем субсидий на выполнение государственного задания подведомственным бюджетным учреждениям на 5% (3 млрд руб.) от исходных объемов субсидий, а объем финансового обеспечения программ президиума РАН – на 50% (2,7 млрд. руб.) от исходного объема. Только вмешательство в этот процесс по обращению Российской академии наук Председателя

Правительства Российской Федерации Д.А. Медведева и его заместителя А.В. Дворковича позволило предотвратить процесс ликвидации программ президиума РАН.

Непоследовательный и противоречивый характер вмешательства ФАНО России в организацию фундаментальных исследований препятствует дальнейшему ходу реформ.

Следует также отметить, что в соответствии с установленным порядком заработная плата директоров научных организаций системы РАН-ФАНО сопоставима с заработной платой учителей гимназий в Москве (60-70 тыс. руб).

Сложившаяся система управления научными организациями РАН-ФАНО показала значительное снижение оперативности при рассмотрении вопросов, увеличение бумагооборота. При этом и РАН, и ФАНО оказались не подготовлены к обеспечению эффективного управления в таком режиме, что вызывает многочисленные нарекания как обеих сторон, так и научных организаций и научного сообщества. Принятые регламенты взаимодействия РАН – ФАНО представляют собой образец бюрократии и лишний раз подтверждают всю громоздкость и неэффективность созданной системы управления. Надобность в такой бюрократической надстройке отпадет, как только будут проведены законодательные разграничения предметов ведения и полномочий РАН и ФАНО.

3.2.О Научно-координационном Совете ФАНО

Научно-координационный совет ФАНО создан в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 25 октября 2013 г. № 499 в целях координации взаимодействия Агентства и подведомственных ему научных организацией с Российской академией наук.

Положение об НКС и персональный состав были утверждены приказом руководителя ФАНО (от 25.11.2014 № 1087). При этом, согласно положению, руководитель ФАНО единолично определяет состав НКС, порядок и направления его работы. С целью улучшения координации деятельности РАН и ФАНО в состав президиума РАН были кооптированы председатель НКС ФАНО чл.-корр. РАН Ю.Ю. Балега и заместитель руководителя ФАНО чл.-корр. РАН А.В. Лопатин.

Опыт работы НКС показал следующее.

1. Утвержденное Положение о НКС наделяет НКС не столько координирующими функциями, сколько функциями формирования и реализации научно-технической политики, что относится к компетенции Российской академии наук. Так, не могут относится к функциям координационного органа позиции, связанные с разработкой программ развития научных организаций и планов фундаментальных научных исследований, участием в международной деятельности и ряд других, определенных как задачи НКС, поскольку эти вопросы отнесены к компетенции РАН.
2. В практику работы НКС вошло рассмотрение вопросов без учета позиции РАН. Это касается, например, предложений по переформатированию программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук, по критериям определения ведущих научных организаций, определению актуальных направлений фундаментальных исследований и др.
3. Представляется, что в настоящее время НКС не выполняет возложенных на него функций по координации взаимодействия РАН и ФАНО. Попытки отрегулировать взаимодействие путем принятия регламентов также не дают желательного результата.

По сути оказалось, что НКС представляет собой структуру, претендующую на функции самостоятельного формирования научной политики. Такая постановка вопроса принципиально противоречит идеологии и логике трансформации РАН, входит в противоречие с действующим законодательством.

В связи с этим представляется целесообразным либо пересмотреть Положение о НКС ФАНО с целью приведения его в соответствие с действующим законодательством и логикой реформ, согласно которым ФАНО отвечает за состояние имущественное-хозяйственного комплекса, а вопросы, связанные с научно-методическим руководством, с организацией научных исследований организаций, подведомственных ФАНО, относятся к компетенции Российской академии наук, либо изменить функцию НКС ФАНО, преобразовав его в общественный совет при ФАНО. В последнем случае вопросы координации деятельности должны рассматриваться на уровне руководства РАН и ФАНО, соответствующих структурных подразделений, а в случае необходимости выноситься на рассмотрение Правительства Российской Федерации.

3.3. О региональных центрах РАН

Одной из задач социально-экономического развития России является обеспечение территориального развития. Научно-координационное сопровождение этой проблемы до 2013 г. осуществлялось многоуровневой разветвленной региональной инфраструктурой РАН, которая включала в себя Сибирское, Уральское и Дальневосточное региональные отделения РАН, 15 региональных научных центров РАН в центральной части России и 19 региональных научных центров, входящих в состав региональных отделений РАН. Региональная научно-координационная структура РАН обеспечивала научно-методическое руководство академическими организациями, расположенными на территориях субъектов Российской Федерации, осуществляла их координацию и взаимодействие научного сообщества с органами государственной власти субъектов Российской Федерации, обеспечивала участие академических институтов в реализации программ социально-экономического развития территорий.

В соответствии с Федеральным законом № 253-ФЗ «О Российской академии наук .» региональные отделения РАН были трансформированы в Федеральные государственные бюджетные учреждения, а региональные научные центры РАН, важнейшей функцией которых была научно-координационная деятельность, переданы в ведение ФАНО. В то же время статьей 14 указанного Закона устанавливается, что в структуру РАН могут входить региональные научные центры, порядок создания которых устанавливается Правительством Российской Федерации (порядок создания таких центров до настоящего времени не определен).

Представляется, что сложившаяся структура размещения и подведомственности территориальных научно-координационных структур стимулирует дезинтеграцию научного пространства России, снижает эффективность научного обеспечения со стороны РАН органов государственной власти субъектов Российской Федерации, препятствует выполнению РАН установленной Законом функции по научно-методическому руководству научными организациями и организациями высшего образования, расположенными в субъектах Российской Федерации.

В структуре ФАНО России созданы 3 территориальных представительства в регионах, деятельность которых распространяется на территории, закрепленные за Сибирским, Уральским и Дальневосточным отделениями РАН. Территориальные структуры ФАНО ориентированы на решение проблем, связанных с имущественными отношениями и не затрагивают вопросв организации научных исследований, в том числе в интеерсах развития регионов.

В связи с этим представляется целесообразным восстановить территориальную научно-координационную структуру РАН. При этом, с целью предотвращения дополнительных бюджетных расходов, предлагается не создавать новые структуры, а вернуть в подведомственность РАН региональные научные центры, в настоящее время подведомственные ФАНО, с наделением их полномочиями координировать и объединять усилия фундаментальной и прикладной науки в решении федеральных и региональных задач.

3.4. О реструктуризации научных организаций РАН-ФАНО

Работа по реструктуризации научных организаций РАН-ФАНО проводилась в соответствии с п. «в» п. 2 перечня поручений Президента Российской Федерации от 27 декабря 2014 г. № Пр-3011. Для рассмотрения вопросов создания, реорганизации и ликвидации научных организаций РАН-ФАНО решением президиума РАН от 20 января 2015 г. создана Комиссия президиума РАН по совершенствованию структуры научных организаций. РАН и ФАНО и утвердили Регламент взаимодействия ФАНО и РАН по вопросам создания, реорганизации и ликвидации научных организаций.

Изначально работа проводилась в условиях неопределенности, ввиду отсутствия взвешенной концепции, целей и задач реструктуризации и реформирования. Президиум РАН на заседании 21.04.2015 рассмотрел ход выполнения этого поручения и признал, что «концептуальные рабочие материалы по реструктуризации научных организаций, подготовленные ФАНО России, нуждаются в кардинальной переработке».

Выработка решений по реструктуризации научных организаций осуществлялось рабочей группой РАН-ФАНО, в состав которой входили представители ФАНО, отделений РАН по направлениям наук, президиума РАН. Рабочей группой подготовлен доклад по реструктуризации научных организаций, комплект документов для инициирования процессов реорганизации на уровне научных организаций; план реструктуризации научных организаций на 2015 г. и комплекс мер по его реализации.

Комиссией РАН рассмотрено более 40 предложений о реорганизации, ликвидации и создании научных организаций. Решения принимались по итогам изучения и оценки актуальности, а также возможных негативных последствий проводимой реструктуризации на основании заключений отделений РАН, региональных отделений РАН и экспертов.

По состоянию на 26.12.2015 г. в соответствии с заключениями Комиссии 5 пилотных проектов реализованы (завершены процедуры, связанные с государственной регистрацией реорганизации), 10 проектов находятся в различной стадии реализации, 12 – в стадии рассмотрения: 8 прошли детальное обсуждение в аппарате Правительства Российской Федерации, 5 – отклонено.

Анализ отклоненных предложений показал, что при формировании планов реструктуризации необходимо четко понимать цели, задачи и достигаемый результат, оценивать возможные последствия, учитывать научную целесообразность преобразований. Реструктуризацию следует проводить только при условии поддержки со стороны руководства научных организаций и их научных (трудовых) коллективов. Директивное реформирование недопустимо.

Особую актуальность и сложность имеют вопросы реструктуризации региональных научных центров. Учитывая особенности национальной политики, Академия предложила ответственно и взвешенно подходить к возможным изменениям структуры управления наукой в регионах и не рассматривать в числе первоочередных проектов объединение академических институтов в республиканских научных центрах.

3.5. Об управлении имущественным комплексом

16 октября 2015 г. Председатель Правительства Российской Федерации Д.А. Медведев и руководитель ФАНО России М.М. Котюков провели рабочую встречу и обсудили ход реформы РАН и результаты работы Агентства. Одним из главных достижений М.М. Котюков назвал проведенную работу по инвентаризации академического имущества: сейчас на кадастровый учет уже поставлено 80% имущества, на 70% оформлены права собственности, ранее документы были надлежащим образом оформлены лишь на треть имущества научных организаций.

Вместе с тем Российской академией наук по состоянию на 24.07.2013 письмом от 24.07.2013 № 1-10180-8600/257 Заместителю Председателя Правительства Российской Федерации О.Ю. Голодец доложено следующее.

По Российской академии наук в АСУФИ (Автоматизированная система учета федерального имущества) внесены данные по учету имущества по категориям:

движимое имущество: на балансе организаций – 16585 объектов,
внесено в реестр – 14127 (85,18%);
недвижимость: на балансе организаций – 4728 объектов,
внесено в реестр – 3855 (81,54%);
земельные участки: на балансе организаций – 959 объектов,
внесено в реестр – 632 (65,90%).

Сравнительно низкий процент учета в АСУФИ земельных участков объясняется тем, что Минимуществом и позднее Росимуществом не выделялись Российской академии наук средства на кадастрирование земельных участков (за исключением одного случая по Научному центру в г. Черноголовке).

В связи с этим кадастры земельных участков выполнялись за счет внебюджетных средств организаций, которые имелись не у всех.

В части, касающейся Российской академии сельскохозяйственных наук, ситуация выглядела следующим образом:

1. Движимое имущество: на балансе организаций академии – 6750 объектов, внесено – 3339 объектов (49,5%).

2. Недвижимое имущество: на балансе организаций – 21700 объектов, внесено- 2519 объектов (11,6%).

Следует учесть невозможность регистрационных действий в отношении имущества ФГУП, находящихся в банкротстве или в предбанкротном состоянии с 2008 г., а это 30% от общего числа предприятий.

Более 1500 объектов недвижимости находятся в состоянии, непригодном для эксплуатации, и подлежат списанию.

3. Земельные участки: в пользовании организаций – 5216 объектов учета, внесено в реестр – 2950 (56,55%). Низкий процент учета в АСУФИ земельных участков объясняется тем, что Российской академии сельскохозяйственных наук средства на проведение землеустроительных работ для оформления прав на земельные участки подведомственных организаций не выделялось. Все выполненные работы по кадастрированию проводились исключительно за счет внебюджетных средств и в основном учреждениями.

По Российской академии медицинских наук по состоянию на 31.12.2013 из 817 объектов недвижимого имущества внесено в реестр 734 объекта (89.84%). Из них 98 (из 113) земельных участков (86,73%) и 636 (из 684) зданий и сооружений (92,98%).

Таким образом, следует признать, что, начиная с 1991 года РАН, РАМН и РАСХН в основном удалось сохранить в государственной собственности имущественный комплекс. Имеющиеся проблемы с оформлением документов в основном связаны с нехваткой средств на оформление документов или несогласованностью действий отдельных служб. В настоящее время нет оснований

полагать, что создание ФАНО России оказало существенное влияние на изменение ситуации по управлению имуществом академических институтов.

ВЫВОДЫ ПО РАЗДЕЛУ 3

В течение 2013–2015 гг. Российской академией наук были реализованы положения Федерального Закона 253-ФЗ «О Российской академии наук..». Основные итоги работы докладывались Президенту Российской Федерации (письмо от 01.06.2015 № 1-10001-2110/236).

Вместе с тем, остаются не до конца урегулированными вопросы научно-методического руководства научными организациями. Это обусловлено как несовершенством законодательства, так и спецификой сложившейся системы управления, что в совокупности фактически передает вопросы организации научных исследований под управление специалистам в области финансовых и имущественных отношений. Тем самым ФАНО начинает осуществлять несвойственные ему функции в части управления научными исследованиями.

Принятая система управления научными организациями РАН–ФАНО является громоздкой, малоэффективной и затратной. Цель реформы – улучшение условий работы ученых – не достигнута, происходит их переподчинение из одного ведомства в другое, что создает излишнее напряжение в научном сообществе, а реформа вырождается в бюрократическое мероприятие.

Необходимо в кратчайшие сроки завершить организационный этап перестройки и сосредоточиться на развитии собственно научных исследований и разработок.

С этой целью необходимо законодательно разграничить предметы ведения и полномочий РАН и ФАНО, а также определить предметы совместного ведения.

Для обеспечения реализации РАН функций, предусмотренных 253-ФЗ «О Российской академии наук..», в т.ч. в части, касающейся экспертной деятельности, популяризации науки и др., необходимо решить вопрос о передаче в ведение РАН музеев, библиотек, домов ученых.

С целью обеспечения научно-методического руководства научными организациями и университетами на всей территории России необходимо в кратчайшие сроки восстановить территориальную научно-координационную структуру РАН. При этом, с целью предотвращения дополнительных бюджетных расходов, предлагается не создавать новые структуры, а вернуть в подведомственность РАН региональные научные центры РАН, в настоящее время подведомственные ФАНО.

4. СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНОГО СЕКТОРА НАУКИ

Фундаментальная наука является системообразующим институтом развитых государств, обеспечивая получение новых знаний об основах мироздания, Природе, Человеке и Обществе, на основе которых формируется система образования, создаются качественно новые технологии и продукция, а также принимаются стратегические государственные решения.

Главным условием для развития фундаментальной науки является спрос на результаты научных исследований, уровень которого характеризуется объемами и механизмами государственной поддержки фундаментальных научных исследований. Отношение государства к фундаментальной науке определяется политикой социально-экономического развития.

Экономика Российской Федерации конца XX – начала XXI века развивалась преимущественно по ресурсному сценарию, базирующемуся на принципе получения максимальной финансовой прибыли за счет ресурсно-сырьевого сектора. В этом случае технологическое развитие сводится к заимствованию зарубежных технологий с дальнейшим использованием их для выпуска продукции, как правило, в режимах отверточной сборки.

Ресурсный сценарий не предусматривает разработки собственных конкурентоспособных технологий и образцов продукции. А, следовательно, нет надобности и в фундаментальной науке, как стратегическом ресурсе развития. В такой ситуации наука должна присутствовать преимущественно в университетах, и ее основная цель обеспечить такой уровень образования, который бы позволил выпускнику – квалифицированному потребителю понимать технические вопросы использования технологий, получаемых из-за рубежа. Это же относится и к подготовке научных кадров высшей квалификации. Следует признать, что проводимые трансформации науки и образования, проведенные в последнее время, укладываются в логику ресурсно ориентированной экономики.

При сохранении этого вектора развития существует риск нарастания технологической зависимости от зарубежных поставщиков в отраслях, в которых Россия традиционно имела мировой приоритет: атомная энергетика, космические технологии, оборонная, авиационная, судостроительная промышленность и др. В отсутствие квалифицированных инженерных кадров, ориентированных на разработку нового, а не на потребление уже известного, эти отрасли неизбежно будут вынуждены переходить на механизмы заимствования технологий, что приведет к нарастанию технологического отставания. Оставшись без новых идей и разработок, которые выполняли академические научные коллективы, эти отрасли не смогут создавать качественно новые конкурентоспособные образцы продукции.

Дальнейшее следование по данной траектории окончательно закрепит за Россией статус сырьевого придатка развитых стран, приведет к последовательной утрате технологического, экономического, а в перспективе и политического суверенитета, и в конечном итоге поставит под сомнение целостность государства.

Изменение геополитической и экономической ситуации поставило перед Россией выбор: либо двигаться дальше в парадигме ресурсно-сырьевого развития, либо формировать принципиально новую политику инновационного развития на основе современных достижений науки.

Второй вариант – инновационное развитие – ориентирован на восстановление статуса России как ведущей мировой державы. Главным условием реализации сценария инновационного развития должно стать утверждение на высшем государственном уровне стратегической цели – обеспечение качества жизни

населения на уровне развитых стран. При этом экономический рост, технологическое развитие, финансовая система призваны обеспечить достижение этой цели.

На государственном уровне механизмом реализации могла бы стать Национальная программа инновационного развития, обеспечивающая полный инновационный цикл: фундаментальные исследования – прикладные исследования – НИОКР – производство – реализация. Очевидно, что каждая фаза инновационного цикла имеет свои особенности, поэтому необходима разработка специальных механизмов, обеспечивающих их стыковку и снижение издержек при фазовых переходах.

При этом ***фундаментальная наука,*** как системообразующий государственный институт, обладает безусловным приоритетом, поскольку это ***единственное средство, которое даст России шанс преодолеть системный кризис и занять лидирующее положение в формирующемся мировом порядке.*** При этом направления и методы исследований должны определяться научным сообществом самостоятельно, исходя из логики развития науки, государственных задач и имеющихся ресурсов.

Наука должна стать основой стратегического планирования, поскольку только на основе достоверных научных знаний можно оценить реальное положение дел и существующие возможности, определить стратегические и тактические цели и траекторию их достижения.

Как показывает зарубежный опыт, переход экономики страны на инновационный путь развития может быть осуществлен за 30-50 лет. Но чтобы успешно двигаться в этом направлении, необходимо восстановить целостность научно-инновационного комплекса страны, основой которого является Российская академия наук как ведущая научная и экспертная организация. Эффективность реализации главной функции фундаментальной науки может быть существенно повышена, если передать РАН координацию фундаментальных научных исследований.

Академия должна осуществлять не только организацию и проведение фундаментальных научных исследований, но и экспртное обеспечение деятельности органов государственной власти, выработку на этой основе совместно с бизнес-сообществом, реальным сектором экономики предложений по реализации научных достижений. Такое объединение научных интеллектуальных ресурсов позволяет подходить комплексно к любой проблеме. Так, например, при реализации задач развития территорий рассматривать в комплексе социальные, экономические, технологические, экологические, политические проблемы и предлагать сбалансированные решения.

Ключевую роль академическая наука может и должна сыграть в части сохранения культуры и повышения интеллекта нации. Научное сообщество должно взять на себя модернизацию образования, которое в настоящее время не соответствует задачам инновационного развития. При этом работа должна идти в следующих направлениях: разработка новых поколений учебников для среднего и высшего образования, борьба со лженаукой, изучение и сохранение культурного наследия страны.

Интеграция науки и образования позволит обеспечить подготовку кадров для экономики страны. В этой связи уместно будет вспомнить слова нашего великого соотечественника академика М.В. Ломоносова: *«Регламент академический таким образом сочинен должен быть, дабы Академия не только сама себя учеными людьми могла довольствовать, но и размножать оных и распространять по всему государству…Университет – друг, более того – единокровный брат Академии наук, который составляет с ней единую плоть и будет заодно с ней трудиться на пользу Отечества. При Университете должна быть Гимназия, без которой Университет как пашня без семян».* Очевидно, что эти слова и сейчас являются актуальными.

Взаимодействие вузов и Академии является главным фактором, позволяющим выполнить программу вхождения российских университетов в мировые рейтинги, известную как «5-100». Это наглядно иллюстрируется тем фактом, что ведущие вузы страны, попадающие в мировые рейтинги, имеют значительный объем научных публикаций совместно с РАН: НИЯУ МИФИ – 48,9%, МФТИ – 67%; Новосибирский ГУ – 96%, ВШЭ – 34%. При этом особо следует отметить феномен ВШЭ, где количество совместных публикаций в период 2010-2014 гг. возросло более чем в 13 раз.

Отдельного внимания требует проблема обеспечения научно-технологического прогнозирования. Разрабатываемые в последние годы прогнозы не позволили сформировать реальную программу действий, обеспечивающую инновационное развитие России. Представляется, что организация этой работы должна быть поручена РАН как научно-экспертному сообществу, способному обеспечить комплексное рассмотрение практически любой проблемы.

Таким образом, развитие фундаментальной науки в России является основным условием перехода экономики страны на инновационный путь развития. На реализацию этого подхода должна быть направлена Стратегия научно-технологического развития России на долгосрочную перспективу.

Во исполнение поручения Президента Российской Федерации в РАН разработан проект Концепции Стратегии научно-технологического развития России на долгосрочную перспективу (Приложение 2). Основные положения указанного проекта широко обсуждались на различных площадках: МГУ им. М.В. Ломоносова (2016), Высшая школа экономики, Московский экономический форум (2015), Форум Технодоктрина (2015, 2016), Бюро НКС ФАНО, Вольное экономическое общество, Рабочая группа по стратегическому планированию Минэкономразвития, Институт экономики РАН и др., а также в отделениях РАН по направлениям наук и региональных отделениях РАН.

5. ПЕРВООЧЕРЕДНЫЕ МЕРЫ ПО РАЗВИТИЮ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Глобальные вызовы требуют принятия неотложных мер по развитию научно-технологического комплекса страны. Направления развития должны выбираться, исходя из необходимости обеспечения национальных интересов Российской Федерации, определенных Стратегией национальной безопасности, решения приоритетных научных и научно-технологических задач. В связи с этим необходимо в возможно короткие сроки разработать и принять Стратегию научно-технологического развития Российской Федерации, ориентированную на достижение в среднесрочной перспективе технологического паритета со странами – технологическими лидерами. При этом фундаментальная наука должна быть определена как системообразующий институт, обеспечивающий получение новых знаний для развития системы образования, создания качественно новых технологий и образцов продукции, для выработки стратегических решений по развитию государства.

Стратегия научно-технологического развития должна обеспечить запуск полного инновационного цикла – фундаментальные исследования – прикладные исследования – ОКР – производство, учитывая при этом особенности реализации каждой фазы цикла.

В части совершенствования законодательства о науке необходимо разработать и утвердить механизмы реализации принятых стратегических документов. При этом должна быть обеспечена эффективная система управления, целостность научно-технологического пространства на всей территории страны, использование лучшего отечественного и зарубежного опыта организации научных исследований и разработок.

При разработке нового законодательства особое внимание должно быть уделено восстановлению академического сектора науки как основного источника получения новых знаний для обеспечения инновационного процесса. Для этого необходимо законодательно определить особый статус государственных академий наук как общественно значимых государственных организаций.

Особенностями государственных академий наук являются: самоуправление, бюджетное финансирование, самостоятельное распределение средств на проведение фундаментальных научных исследований, право законодательной инициативы, участие в работе Правительства Российской Федерации, федеральных и региональных органов исполнительной власти, право создания подведомственных научных организаций и др. В связи с этим, законодательно закрепить за РАН:

научно-методическое руководство научными организациями на территории России, независимо от их ведомственной принадлежности, согласование направлений исследований и согласование планов НИР, утверждение отчетов, распределение средств на проведение научных исследований, исходя из выделенных бюджетных ассигнований;

назначение на должность руководителей ведущих университетов, государственных научных центров, национальных исследовательских центров, академических институтов осуществлять только по согласованию с РАН;

функции государственной экспертной организации, обеспечивающей проведение научной экспертизы важнейших государственных решений и законодательных актов.

С целью осуществления научно-методического руководства и координации фундаментальных научных исследований, реализуемых на территории России за счет средств федерального бюджета, поручить РАН разработать программу

фундаментальных научных исследований на 2017-2025 гг. и представить ее на рассмотрение Совета по науке и образованию при Президенте Российской Федерации.

В целях сохранения Российской академии наук как субъекта национальной культуры, на первом этапе передать в РАН архивы, научные библиотеки, музеи, издательский комплекс, в настоящее время находящиеся в ведении ФАНО.

Особое внимание необходимо уделить восстановлению системы подготовки научных кадров высшей квалификации на базе академических институтов. В частности, возложив на РАН как экспертную организацию в части оценки научных результатов функции по присуждению ученых степеней и званий.

В плане управления имущественным комплексом академических институтов сохранить за ФАНО России только управление крупным движимым и недвижимым имуществом, земельными участками и строительным комплексом, передав эти объекты в оперативное управление центральных и региональных структур ФАНО, с одновременным освобождением от этих функций руководство академических научных организаций.

II. СОСТОЯНИЕ ОТРАСЛЕЙ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ НАУКИ И ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ научных организаций ситемы РАН-ФАНО

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

«Лицо» ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МАТЕМАТИКИ в начале XXI века формируется, в первую очередь, за счет тех ее направлений, в которых происходят (или ожидаются) новые революционные открытия («точки роста», в математической 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 (включая оптимальное управление), математическая физика, теория вероятностей и математическая статистика, математическая логика и теоретическая информатика («computer science»). Именно к ним относятся 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 (сайт: http://www.claymath.org).

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 века усилиями Эндрю Уайлса (окончательный вариант доказательства, предложенный Уайлсом совместно с Ричардом Тейлором, опубликован в 1995-м году). Важную роль в доказательстве этой теоремы сыграли результаты Виктора Колывагина. Вторая проблема была решена уже в начале XXI века Григорием Перельманом, который доказал даже более общую гипотезу геометризации Терстона, являющуюся естественным обобщением теоремы униформизации на случай трехмерных многообразий.

К сожалению, реформа РАН привела к значительному осложнению условий научной работы в РФ и созданию атмосферы неопределенности в научных кругах, что сказывается особенно негативно на молодых ученых. Возникший в результате этих действий поток бюрократических процедур привел к тому, что научные работники вместо своей основной научной работы должны значительное время уделять составлению отчетов и других документов, носящих зачастую бессмысленный характер.

Общие закономерности развития математики в наше время характеризуются центростремительной объединительной тенденцией, проявляющейся 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. Российская математическая наука по-прежнему занимает передовые позиции в мире и находится в центре указанных процессов.

Одной из основных линий развития в теории чисел, алгебре, теории представлений и алгебраической геометрии в настоящее время является программа Ленглендса.. В 2010-2012 гг. после длительного перерыва российские математики активно включились в разработку задач этой программы и предложили принципиально новые подходы.

Были получены новые интересные результаты в этом направлении. К этим результатам относятся принципиально новая явная конструкция n-символов на многообразиях любой размерности (С.О. Горчинский, Д.В. Осипов), доказательство гипотезы о мономиальности неприводимых представлений с конечным весом для любых конечно порожденных нильпотентных групп (И.В. Белошапка, С.О. Горчинский).

Другим активно развивающимся направлением на стыке алгебраической геометрии и математической физики является изучение зеркальной симметрии между категорией когерентных пучков на алгебраических многообразиях и категорией D-бран на симплектических многообразиях. Она возникла при изучении струнных моделей в физике элементарных частиц первоначально для многообразий с тривиальным каноническим классом, таких как многообразия Калаби-Яо. А.И. Ефимов перенес конструкцию зеркальной симметрии на многообразия общего типа, такие как алгебраические кривые рода > 1 и доказал ее существование в этой ситуации. В области геометрии яркие результаты получены А.А. Гайфуллиным. Им построены первые примеры изгибаемых многогранников размерностей 5 и выше. Доказана гипотеза “кузнечных мехов” для изгибаемых многогранников в евклидовых пространствах размерностей 4 и выше и для других римановых пространств. Эти работы удостоены премии Правительства Москвы для молодых ученых и будут предметом пленарного доклада автора на 7-ом Европейском конгрессе математиков (Берлин, 2016).

Еще одной активно развивающейся областью математики, стоящей на стыке с теоретической физикой и информатикой, является квантовая теория информации и криптографии. Здесь серьезные продвижения принадлежат А. С. Холево, доказавшему, после многолетних усилий целого ряда математиков, гипотезу о квантовых гауссовских оптимизаторах. Этот результат, в частности, позволяют дать явные выражения для пропускных способностей моделей гауссовских каналов связи, наиболее употребительных в квантовой информатике и квантовой оптике. Он был отмечен в 2015 г. весьма престижной премией Клода Шеннона, основателя теории информации.

Таким образом, несмотря на резко усложнившиеся условия работы, российские математики продолжают свои исследования, однако, очевидно, что при отсутствии имеющихся помех наши результаты были бы гораздо более впечатляющими. Прогресс науки происходит во всех развитых странах одновременно и наличие препятствий в одной из них дает возможность другим вырываться вперед.

В качестве одной из отрадных для нас тенденций 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, к 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.

В соответствии с Указом Президента РФ В.В. Путина № 599 от 7 мая 2012 года разработана Концепция развития математического образования в Российской Федерации (утверждена Правительством РФ 24 декабря 2013 года). В разработке ключевую роль сыграли члены Отделения математических наук РАН. В Концепции, в частности, отмечено, что без высокого уровня математического образования невозможны выполнение поставленной задачи по созданию инновационной экономики, реализация долгосрочных целей и задач социально-экономического развития Российской Федерации. Подчеркнуто, что важной задачей является популяризация и распространение научных знаний. Книга «Математическая составляющая» — первая в

отечественной научно-популярной литературе, в которой рассказывается как о «математической составляющей» фундаментальных достижений современной цивилизации, так и о математической «начинке» привычных, каждодневных вещей. Книга написана для того, чтобы такое представление смогли получить самые широкие слои читателей, и в особенности те, кто принимает важные решения: от школьника, выбирающего свою будущую профессию, до государственного деятеля, определяющего приоритеты в развитии страны. Еще одна особенность книги — популярно-описательный стиль изложения, рассчитанный на самые широкие круги читателей. Все авторы — известные учёные, среди них — 8 научных сотрудников МИАН.

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 сложностью, разнообразием и степенью интеграции с огромным числом программно-аппаратных устройств и систем. Сложность и, соответственно, критичность проблем разработки и эксплуатации ПО обусловлена все большим проникновением ИТ во все процессы контроля и управления, с одной стороны, и с постоянно нарастающим числом устройств, которые уже могут рассматриваться как часть глобального мира программно-управляемых систем. В результате человечество встало перед фактом, 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, как ее развивать, понимая, что дальнейший рост сложности ведет к новым рискам, связанными с возможными отказами и даже с преднамеренно вредоносным поведением отдельных ее частей.

ПО должно работать или успешно взаимодействовать с большим количеством как новых, так и старых аппаратных платформ и видов устройств. 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 пр.

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.

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., где основной целью деятельности является обеспечение целевой функции программы, удовлетворение требований пользователя, системное программирование изучает собственно программу, ее структуру, ее поведение, 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, средства реализации человеко-машинных интерфейсов. Развитие системного ПО, в свою очередь, опирается на фундаментальные и прикладные исследования в области системного программирования. Отвечая стремительному прогрессу информационных технологий, развитие системного программирования следует фокусировать на следующих проблемах и методах их исследования.

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, обфускация программ. Решение упомянутых проблем может обеспечить примитивы и методы решения задачи защиты информации в облачных вычислениях.

Важной составляющей информационной безопасности ключевых информационно-коммуникационных систем современного общества является безопасность входящего в их состав программного обеспечения (ПО). Многие проблемы информационной безопасности обусловлены наличием дефектов в программах: ошибок, из-за которых система иногда неработоспособна или работает некорректно, и уязвимостей, которые позволяют получить несанкционированный доступ к данным или контроль над системой. Широко известны факты срыва космических миссий, гибели летательных аппаратов, нарушения работы сетей связи и целых аэропортов, сбоев в системе банковских карт из-за уязвимостей и ошибок в коде соответствующего ПО.

Защищенность и надежность системного и прикладного ПО непосредственно определяет безопасность информационных систем государственных служб, систем управления производственными объектами, энергетическими и транспортными комплексами, средств коммуникаций и связи. Обеспечивать защищенность и надежность крайне трудно из-за многократно выросшей за последние 15-20 лет сложности практически используемого ПО — современные технологии разработки не позволяют создавать его абсолютно надежным и лишенным всех возможных уязвимостей. Трудности усугубляются из-за распространения распределенных систем и

мобильных устройств, тотального использования встроенных систем. Однако ситуация не является безнадежной. Активные исследования в этой области идут в трех направлениях:

• Разработка системного ПО — операционных систем, средств виртуализации, реализаций протоколов связи, ПО промежуточного слоя — устойчивого к атакам различных видов.

• Разработка методов статического и динамического анализа программ для обнаружения как явных дефектов, так и потенциальных уязвимостей в программных системах.

• Разработка средств моделирования и формализации свойств сложных программных систем, с дальнейшим использованием математических методов верификации и оценки их защищенности и безопасности.

Центральное место в этом списке занимает анализ программ, позволяющий оценивать безопасность ПО на основе проектных документов, исходного и бинарного кода. Различные техники анализа выявляют уязвимости и ошибки в ПО, обеспечивая возможность их устранения и, тем самым, повышая защищенность целевых систем. Другой важный результат их применения — возможные сценарии эффективных атак на ПО, используемое в широко распространенных системах.

Наибольший вклад в исследование проблем программной безопасности вносят такие исследовательские центры как университет Беркли, Стэндфордский университет, MIT, исследовательские подразделения Microsoft, Intel и IBM, др. Эти исследовательские и образовательные центры тесно связаны с промышленностью и с агентствами, направляющими исследования и внедрение полученных результатов в интересах государства. Для популяризации и привлечения внимания к тематике информационной безопасности правительства и крупные компании активно поддерживают масштабные открытые программные проекты, аккумулирующие новейшие достижения в данной области и предоставляющие исследователям возможность использовать и адаптировать созданные технологии в своих целях. Например, накопленные большие объемы открытого кода активно используются для отладки и совершенствования методов обнаружения уязвимостей — компания, развивающая инструмент Coverity, по заказу Минобороны США ежегодно проводит анализ открытого кода как на предмет выявления проблем его безопасности, так и для оценки характеристик самого инструмента.

Значимым положительным результатом в этой области является многократное снижение количества ошибок и уязвимостей в ядре операционной системы Linux за последние 10 лет за счет объединения усилий многих разработчиков и применения разнообразных техник анализа кода в этом открытом проекте.

Одним из необходимых условий развития области информационной безопасности является интеграция ведущих исследований в этой области с подготовкой новых специалистов, которые уже в процессе получения образования знакомятся с передовыми достижениями и технологиями.

Баланс в распределении ресурсов на развитие открытых и проприетарных технологий – это еще одно важное условие развития ИТ в России.

В Российской Федерации, по сравнению с общемировым состоянием, действуют дополнительные факторы, снижающие уровень исследований и разработок в области информационной безопасности.

Примеров реального партнерства исследователей и индустрии крайне мало, отсутствует постоянный спрос на технологии и инструменты анализа ПО, за исключением средств, поставляемых в комплекте инструментов разработки иностранными монополистами. Групп, владеющих передовыми технологиями, в частности, участвующих в крупных международных открытых проектах в данной области, также мало.

В учебных программах по информационной безопасности мало внимания уделяется обеспечению компетентности в области системного ПО и современных методов анализа ПО — сейчас грамотный специалист по безопасности должен владеть деталями устройства современных операционных систем и компиляторов.

Для развития и расширения использования методов и инструментов анализа программ необходимо принять следующие меры:

• Создать государственную программу повышения информационной безопасности ПО, координирующую все усилия в этом направлении в государственном аппарате, промышленности, исследовательских и образовательных учреждениях.

• Поэтапно внедрить требования по тщательной верификации программных продуктов, разрабатываемых для государственных нужд с целью повышения технологической культуры разработчиков и создания конкурентного рынка для продуктов и услуг отечественных специалистов в области перспективных методов анализа программ.

• Поддержать исследования и разработки в области анализа программ.

• Утвердить новые учебные программы, связанные с информационной безопасностью, где будет уделяться серьезное внимание методам анализа и верификации ПО. Обеспечить эти программы учебниками и учебными пособиями, подготовить преподавателей. Ввести эти учебные программы в 20-30 крупнейших вузах страны.

• Поддержать публикацию журналов, монографий и учебников, проведение конференций, онлайн форумов и других видов распространения знаний и технологий и привлечения исследователей и инженеров к этой тематике.

Семантический информационный поиск является расширением поиска по ключевым словам. Семантические поисковые 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.

Социальные сети 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.

Постоянный рост объема данных, в том числе в перечисленных выше направлениях, приводит к появлению 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: разработка и развитие систем пакетной обработки больших данных; разработка и развитие распределенных файловых систем; разработка и развитие распределенных систем управления базами данных; разработка и развитие распределенных хранилищ данных; разработка и развитие распределенных систем обработки графовых данных; разработка и развитие распределенных систем обработки потоковых данных; разработка и развитие распределенных алгоритмов машинного обучения.

Источником самых серьезных ошибок в программном обеспечении являются неполнота и противоречивость исходных требований к создаваемым программным решениям. Исправление ошибки программной системе, 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.

В развитии методов верификации заинтересованы как разработчики программного обеспечения, так и разработчики микропроцессоров. Методы и инструменты, которые используются для верификации в этих отраслях, имеют много общего.

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 международного 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 из 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.

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 – необходимое условие успешного развития ИТ-индустрии и ИТ-науки в России.

Разработка и использование для решения важнейших научных и прикладных задач наиболее мощных вычислительных систем – суперкомпьютеров – является важнейшим фактом научно-технического прогресса и показателем стратегического потенциала и входит в число важнейших приоритетов развитых стран. Проведение больших расчётов и компьютерное моделирование сложных конструкций и технологических процессов становится необходимым условием проведения и резкого ускорения современных исследований и разработок в различных областях.

Перечислим некоторые направления, в которых прорывные результаты могут быть достигнуты только с применением суперкомпьютерных технологий:

• Моделирование воздействия природных факторов на сооружения нефтегазовой индустрии в арктической зоне Российской Федерации с целью обеспечения их безопасности.

• Решение задач георазведки полезных ископаемых, в первую очередь углеводородов, в арктической зоне Российской Федерации.

• Безопасность железнодорожного транспорта.

• Разработка новых конструкционных, в том числе композитных, материалов.

• Разработка новейших лекарств.

• Прогнозирование климата и моделирование катастроф, экология.

• Гиперзвуковые летательные аппараты, авиастроение, судостроение.

• Термоядерная энергетика, ядерные реакторы.

• Транспортировка и добыча углеводородного сырья (в том числе труднодоступного).

• Хранение и обработка сверхбольших объёмов данных в интересах народного хозяйства, управления и национальной безопасности.

• Задачи фундаментальной науки: теория турбулентности, астрофизика, квантовая химия

• Конструирование и технология производства оборонных систем.

• Задачи деформирования и разрушения сложных индустриальных и оборонных конструкций.

• Задачи вычислительной медицины и биологии.

Производительность суперкомпьютеров растёт чрезвычайно быстро. Та производительность, которая 3–5 лет тому назад была рекордной, в настоящее время уже не позволяет претендовать на пребывание в списке TOP500. Поэтому, говоря о реализованных проектах, следует иметь в виду, что речь может идти только о таких проектах, в реализации которых принимали участие суперкомпьютеры предыдущего поколения. Условно к суперкомпьютерам предыдущего поколения следует отнести компьютеры, позволяющие использовать до 100 TFLOPS производительности при решении одной задачи. Предыдущий этап применения суперкомпьютерных технологий к задачам, требующим для своего моделирования порядка нескольких десятков TFLOPS производительности, оказался успешным как в России, так и за рубежом. Подтверждением является массовое применение в индустриальных задачах соответствующего программного продукта FLUENT, ANSYS, программы для нефтегазового сектора компании SCHLUMBERGER и др. Существует обширный коммерческий рынок этого продукта. После решения Совета Безопасности РФ о развитии суперкомпьютерных технологий (июль 2009 г.) в нашей стране также стал активно создаваться соответствующий программный продукт (комплексная программа ЛОГОС).

Использование всё более производительных компьютеров существенно приближает результаты моделирования к реальной ситуации, что позволяет резко ускорить процесс создания новой техники, получить новые фундаментальные научные результаты. Создание и широкое применение программного продукта, позволяющего использовать на соответствующих суперкомпьютерах производительность более 1 PFLOPS (1 PFLOPS=1000 TFLOPS), станет важнейшим фактором научно-технического прогресса. Существует ряд впечатляющих результатов использования порядка нескольких сот TFLOPS вычислительной мощности для решения одной задачи. Такие задачи решались в области аэроакустики, механики деформируемых твердых тел, в ряде оборонных применений, при исследовании физики плазмы. Косвенным, хотя и крайне важным подтверждением необходимости и практической важности использования таких систем является список из 10 суперкомпьютеров списка TOP500, введенных в строй в последние годы. К этому списку следует добавить планируемые к пуску в ближайшие 1-2 года суперкомпьютеры США производительностью 150 и 300 PFLOPS.

Показателен состав одобренного пула основных научных проектов, для выполнения которых будет использоваться упомянутый суперкомпьютер США производительностью 300 PFLOPS (Summit). В их числе: Проект изучения физики плазмы XGC, Сейсмологический проект SPECFEM, Моделирование климата ACME, Релятивистская химия DIRAC, Астрофизическое моделирование FLASH, Космологическое моделирование HACC, Исследование молекулярных электронных структур LS-DALTON, Ядерная физика NUCOR, Вычислительная химия NWCHEM, Материаловедение QMCPACK. Выделяется проект RAPTOR Сандийской национальной лаборатории, направленный на создание платформы для инженерных разработок двигателей.

В списке первых 10-ти крупнейших вычислительных систем мира отсутствуют суперкомпьютеры России. Однако для оценки реального отставания нашей страны в суперкомпьютерной гонке необходимо принимать во внимание и проблему использования вычислительных систем сверхвысокой производительности.

Для получения результата высокопроизводительных вычислений необходимы два условия: наличие суперкомпьютера и умение его эффективно использовать. Если для выполнения первого условия в настоящий момент необходимо прежде всего достаточное финансирование, поскольку принципиальных трудностей в создании суперкомпьютера нет (речь не идет о создании суперкомпьютера с использованием элементной базы, основанной на новых физических принципах), то со вторым условием ситуация сложнее. Проблема эффективного использования систем сверхвысокой производительности далеко не тривиальна. Учёные России, и в первую очередь специалисты РАН-ФАНО, находятся на передовых позициях в развитии этих методов. Подтверждением этих позиций является активное участие наших учёных в международных проектах по экзафлопсным вычислениям, продолжающиеся и в последние месяцы научные двусторонние и многосторонние научные контакты со специалистами ведущих стран. Таким образом, выполнение второго условия (обеспечение эффективности использования) для выполнения высокопроизводительных расчетов не является критичным для нашей страны. Это конкурентное преимущество, позволяющее нашей стране при разумном оснащении суперкомпьютерами, необязательно рекордной производительности, занять достойное место в этом перспективном направлении научно-технического прогресса.

Существующие российские суперкомпьютеры («Ломоносов» в МГУ им. М.В.Ломоносова (1,7 PFLOPS), суперкомпьютер МСЦ РАН (0,6 PFLOPS)), которые доступны для сотрудников РАН-ФАНО, загружены практически полностью. Подавляющая часть машинного времени используется для одновременного расчёта задач, каждая из которых для своего решения требует относительно небольшой производительности. Резерва времени для выделения заметных мощностей для решения задач петафлопсного диапазона на этих компьютерах практически нет.

Компьютер К-100 с пиковой производительностью 107 TFLOPS (ИПМ РАН) также загружен практически полностью. Однако значительная часть машинного времени этого компьютера идёт на расчёт задач, требующих использования практически всей его производительности. Большинство из этих задач решаются в соответствии с договорными обязательствами с организациями Министерства обороны, Роскосмоса, Роснефти, Минпромторга, Минобрнауки и других ведомств. Таким образом, видна острая необходимость обеспечения институтов РАН современной суперкомпьютерной техникой.

Применение высокопроизводительного компьютера позволит максимально сблизить результаты вычислений с реально существующим процессом. Это позволит значительно сократить время и средства на разработку и внедрение новой техники и технологий. Оценку экономии средств заранее произвести трудно, однако очевидно, что она многократно будет превышать затраты на создание и функционирование центра. Кроме того, при существующих возможностях современной экспериментальной базы некоторые важные результаты могут быть получены только расчётным путём на современных суперкомпьютерах.

Важнейшие достижения

В работах А.С. Холево в сотрудничестве с европейскими коллегами решена, в позитивном смысле, проблема квантовых гауссовских оптимизаторов, возникшая в квантовой информатике более 15 лет назад. Средствами некоммутативной теории вероятностей показано, что выпуклый функционал общего вида (включая энтропии

фон Неймана, Реньи и нормы Шаттена), заданный на области значений гауссовского вполне положительного отображения (канала) на алгебре канонических коммутационных соотношений, достигает глобального экстремума на образе когерентных состояний, причем последние характеризуются этим свойством. Этот результат позволил вычислить пропускные способности и описать оптимальные методы кодирования для математических моделей каналов связи, наиболее употребительных в квантовой информатике и квантовой оптике. (МИАН)

Получено строгое математическое обоснование ряда результатов о корреляционных функциях критической модели Изинга в ограниченных плоских областях, предсказанных ранее при помощи методов конформной теории поля. (ПОМИ РАН)

В теории разрешимых моделей Ершова-Морли установлены точные оценки алгоритмической сложности для классов вычислимых моделей, автоустойчивых относительно сильных конструктивизаций. Одним из центральных вопросов в теории вычислимых моделей является проблема существования и единственности для представления данной модели, обладающей естественными алгоритмическими или теоретико-модельными свойствами. Подход Гончарова-Найт позволил на основе исследования сложности индексных множеств установить точную сложность алгоритмической и синтаксической определимости для данной проблемы. (ИМ СО РАН)

Разработан и апробирован метод вычислительной оценки фракционированного резерва кровотока (ФРК), позволяющий принимать решение о стентировании или шунтировании коронарных артерий без инвазивного вмешательства. Новая численная методика персонифицированной виртуальной оценки ФРК с помощью квазиодномерных гемодинамических моделей применима при множественном поражении и ремоделировании коронарного русла. Инвазивная техника измерения ФРК, при которой специальный датчик давления вводится в коронарные артерии, является дорогостоящей высокотехнологичной операцией. Математическое моделирование коронарного кровотока на основе данных МРТ и КТ может обеспечить неинвазивную оценку ФРК, что существенно удешевит диагностику и повысит качество лечения (рис. 1: блок-схема технологической цепочки численной методики персонифицированной виртуальной оценки ФРК)*. (ИВМ РАН)

Разработана методика численного моделирования аэродинамических и акустических характеристик винта вертолета и создан на ее основе прототип проблемно-ориентированного суперкомпьютерного программного комплекса для разработки вертолета нового поколения. Такой вычислительный инструмент позволяет снизить число аэродинамических и акустических испытаний, существенно удешевив и ускорив тем самым процесс разработки новых вертолетов. Математическая модель, численные методы повышенной точности и параллельный алгоритм предназначены для предсказания аэродинамических и акустических характеристик винта вертолета при различных режимах полета. Разработанная методика обеспечивает возможность проведения расчетов на неструктурированных сетках с числом элементов до миллиарда с использованием тысяч процессорных ядер (рис. 2). (ИПМ РАН)

Разработана методика и инструментальная поддержка для дедуктивной верификации критических компонентов операционных систем, что позволяет при помощи математического доказательства оценивать корректность этих компонентов, их соответствие функциональным требованиям и требованиям информационной безопасности. Метод дедуктивной верификации применен для анализа ядра операционной системы общего назначения, что потребовало создания средств анализа низкоуровневых программ, работающих в условиях прерываний, многопоточности и

* Этот и все последующие рисунки см. на вклейке.

разделяемой модели памяти. Экспериментальное внедрение технологии проведено в рамках проекта верификации системы защиты информации отечественной защищенной операционной системы. (ИСП РАН)

Для динамических систем, описываемых векторными дифференциальными уравнениями и включениями, сконструированы алгоритмы формирования управлений, обеспечивающих заданное качество процессов при наличии неконтролируемых воздействий. Алгоритмы основаны на сочетании методов экстремального сдвига, динамического обращения и унифицированных конструкций гамильтонова формализма. С использованием методологии управления с поводырем был разработан новый конструктивный метод оптимального выведения ракеты–носителя на заданную околоземную орбиту с максимальной нагрузкой при ограничениях на текущее фазовое состояние соответствующей нелинейной динамической системы. (ИММ УрО РАН)

Разработана теория регуляризации вероятностных тематических моделей для семантического анализа больших гетерогенных текстовых коллекций, таких, как электронные библиотеки, социальные и рекламные сети. Данная теория впервые обеспечивает технологическую возможность построения многоцелевых и комбинированных тематических моделей. Это важный шаг на пути создания информационно-поисковых систем нового поколения, реализующих парадигму разведочного поиска. Эффективные однопроходные параллельные алгоритмы тематического моделирования были реализованы в библиотеке с открытым кодом BigARTM; показано её превосходство над лучшими зарубежным аналогами по качеству моделирования и производительности (рис. 3). (ВЦ РАН)

Тематические модели автоматически находят семантически однородные кластеры (темы) в текстовых документах и связанных с ними метаданных об авторах, времени, источниках, рубриках, ссылках, пользователях, рекламных баннерах, изображениях и их элементах.

Создан прототип программного комплекса «виртуальный полигон» для предсказательного моделирования сложных систем артиллерийского вооружения. Комплекс включает в себя алгоритмы моделирования вопросов аэродинамики, прочности и горения. (ИАП РАН)

В 2015 г. были получены прорывные научные результаты, открывающие новые возможности для развития электрофизиологии и функциональной диагностики. Экспериментально обнаружено, что организм человека генерирует спонтанные поля, достаточные для реконструкции пространственного распределения источников. Создан новый метод анализа данных многоканальных измерений, с помощью которого были восстановлены трехмерные структуры головы, сердца и руки человека по внешним магнитным полям. Метод может применяться к анализу электрических и магнитных полей, что позволяет ставить вопрос о создании принципиально новых диагностических систем, показывающих области аномально высокой или подавленной активности нервной или мышечной систем. Изменения активности могут быть связаны с теми или иными патологическими процессами и указывать на необходимость применения других диагностических методов. Таким образом, предложенный метод открывает принципиально новые возможности для развития медицинской функциональной диагностики (рис. 4). (ИМПБ РАН)

Разработана программная платформа BioUML, представляющая собой рабочее место исследователя в области биоинформатики и системной биологии. Она обеспечивает взаимодействие с различными программными системами, базами данных и онлайн-сервисами. Новизна состоит в том, что реализованы модули для автоматического подключения BioUML к облачным хранилищам данных (Dropbox, Google Drive). Для моделирования сложных систем имеется возможность подключения моделей в формате SBML (Systems Biology Markup Language). Создана отдельная

версия BioUML-node, которая в случае необходимости автоматически запускается на кластере. (ИСИ СО РАН)

На основе данных глобальных спутниковых систем и наблюдений ряда геофизических сетей были исследованы и выполнено математическое моделирование разнообразных эффектов, сопровождавших полет в атмосфере и взрывное разрушение Челябинского суперболида 15 февраля 2013 г. Предложен и успешно апробирован метод определения местоположения ионосферного источника возмущений полного электронного содержания, инициированных взрывным разрушением метеороида в атмосфере Земли. Метод базируется на основе решения обратной задачи по данным о скоростях и моментах регистрации перемещающихся ионосферных возмущений (ИПМ ДВО РАН).

ФИЗИЧЕСКИЕ НАУКИ

Фундаментальные исследования по физике осуществляются в соответствии с Программой фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы.

По направлениям «Актуальные проблемы физики конденсированных сред, в том числе квантовой макрофизики, мезоскопики, физики наноструктур, спинтроники, сверхпроводимости» и «Физическое материаловедение: новые материалы и структуры, в том числе фуллерены, нанотрубки, графены, другие наноматериалы, а также мета-материалы» выполняется широкий круг исследований**,** получен 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 (Fe_7C_3@C) 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 нанокомплексов 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 возможна сверхбыстрая перестройка спиновой системы прозрачного антиферромагнетика при селективной оптической накачке фемтосекундными лазерными импульсами без теплового нагрева решетки. Это открывает новые возможности управления системой спинов – практически стопроцентную передачу энергии светового импульса в спиновую систему антиферромагнетика.

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 $Ba(K)/Ca(Na)Fe_2As_2$ 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. Важным результатом, касающимся макроскопических квантовых явлений в полупроводниковых структурах, является демонстрация квантового эффекта Холла при азотной температуре, позволяющая в будущем надеяться на реализацию этого эффекта при комнатных температурах и создание дешевых и доступных эталонов электросопротивления.

Продолжает оставаться фундаментальной задачей спиновой электроники исследование взаимосвязи спиновых и орбитальных степеней свободы носителей тока.

Например, предложен новый подход, позволяющий создавать металлические зоны поверхностных состояний с различной спиновой текстурой на кремнии, что расширяет возможности интеграции спинтроники с технологиями, основанными на кремнии. Металлические спин-расщепленные зоны на кремнии удалось создать на основе структур с сильным спин-орбитальным взаимодействием (например, Bi, Tl, Sb, Pt), которые образуют на кремнии реконструкции почти исключительно со спин-расщепленными зонными структурами, характерными для изоляторов.

Обнаружено и всесторонне исследовано новое состояние вещества – сверхтекучая фаза ^{3}He – 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.

На основе новых типов гетероструктур созданы высокоэффективные каскадные солнечные элементы с улучшенными характеристиками для использования в условиях околоземного космического пространства, а также для использования при 500-кратно концентрированном «наземном» солнечном облучении.

Обнаружен эффект управления движением магнитной доменной стенки с помощью спин-поляризованного тока, что может быть использовано для будущих устройств спинтроники.

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 (типа графена), а также краевых топологических состояний в конденсированных средах, которые могут представлять интерес для новых микроэлектронных устройств.

Растет интерес к исследованиям, направленным на развитие скоростной связи в открытом пространстве в суб-терагерцовом диапазоне, в частности:

В системе двумерных электронов с проводимостью, превышающей скорость света, обнаружена новая релятивистская мода плазменных колебаний, слабо затухающая вплоть до комнатных температур. Найдено, что мода имеет аномально узкую ширину линии резонансного поглощения. Свойства релятивистской плазменной моды открывают перспективы для создания быстрых детекторов и генераторов субтерагерцового излучения для современных телекоммуникационных устройств.

GaAs при возбуждении сверхкороткими оптическими импульсами. Генерация обусловлена быстрым движением фотовозбужденных носителей заряда в нанопроводах в поверхностном и контактном полях, а также амбиполярной диффузией фотовозбужденных носителей заряда. Эффективность генерации определяется усилением электромагнитного поля за счет резонансного возбуждения вытекающих волновых мод в нанокристалле. При оптимальной геометрии массива нитевидных нанокристаллов эффективность генерации выше, чем в объемном полупроводнике p-InAs, являющимся сегодня наиболее эффективным когерентным терагерцовым эмиттером.

В нескольких направлениях успешно ведутся работы по созданию новых поколений жаропрочных и жаростойких материалов и изделий для авиационной и космической техники. В частности, направленной кристаллизацией из расплава получены профилированные оксидные эвтектики Al_2O_3-$Y_3(Er_3)Al_5O_{12}$, Al_2O_3-$GdAlO_3$ и Al_2O_3-$ZrO_2(Y_2O_3)$, которые обладают высоким сопротивлением ползучести, износостойкостью, коррозионной стойкостью, высокой химической инертностью, прочностью и термоокислительной стойкостью при температурах 1400-1600°С. Возможность получения из расплава профилированных заготовок, близких по своей геометрии к форме конечных изделий, открывает перспективы их использования в качестве элементов газотурбинных двигателей (ГТД) для увеличения эксплуатационных температур.

Несмотря на дефицит финансирования, а также стимулированной чиновниками погоней за публикациями в высокорейтинговых западных журналах, удалось не только сохранить русскоязычные научные журналы, публикующие статьи по физике конденсированных сред и физическому материаловедению, но и в ряде случаев повысить их импакт-фактор.

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»** представляют большой практический интерес для решения научных и прикладных задач. Они легли в основу фотонных технологий и технологий создания устройств и систем, имеющих стратегическое значение: телекоммуникационных переключателей с селекцией по длинам волн, пространственных модуляторов света, адаптивной оптики и фазовых антенных решёток; нашлемных и окологлазных дисплеев, устройств ввода и обработки оптической информации, спецтехники. Основные направления исследований это:

• 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 мощных излучающих диодных матриц для эффективной оптической накачки лазеров, их оптимизация по спектральному составу и плотности мощности излучения.

• 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.

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

• Разработка элементной базы радиофотоники.

• 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 фотофлюоресцентной диагностики, внедрение этих методов в нейрохирургию.

• 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.

• Создание высокочувствительных оптических методов обнаружения и исследования гравитационных волн, 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, 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.

Развитие фотоники открывает огромные возможности для создания качественно новых приборов для диагностики ранних стадий социально-значимых заболеваний, разработки и производства лекарственных препаратов, в том числе персонализированных.

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 2014-2015 годах был проведен удачный эксперимент с использованием приемной бортовой антенны, разработанной для корабельных гидроакустических комплексов.

Для решения задач изучения объектов природы получат дальнейшее развитие методы спектроскопии высокого разрешения. Уже получено экспериментальное 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 методам исследование водной поверхности Северной Атлантики и водяного пара атмосферы по данным спутниковых СВЧ-радиометрических измерений позволило обнаружить влияние нефтяных разливов в Мексиканском заливе по результатам обработки наблюдений 2010 года за транспортом 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 низкополевой 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 терагерцевого 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. В 2015 году проведено комплексное исследование спектров плазмонного детектора терагерцевого излучения, созданного в виде плотной цепочки полевых транзисторов на основе соединения InGaAs.

В ближайшее время продолжатся работы по созданию высокомощных 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 магнитными 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.

Завершено создание и продемонстрирована работоспособность Прототипа гиротронного комплекса для ИТЭР, включающего СВЧ генератор – гиротрон (с параметрами – частота 170 ГГц, мощность 1 МВт, длительность импульса 1000 сек, кпд 55%), сверхпроводящий магнит, вспомогательные магниты, источники питания, систему охлаждения, систему управления и другие вспомогательные системы. Успешные испытания проведены в присутствии представителей Международной организации ИТЭР.

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 значительное снизить эксплуатационные затраты, обеспечить экологическую чистоту производства, позволить отказаться от вредных химико-термических 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.

Синтезированы новые химические элементы Периодической таблицы им. Д.И. Менделеева с атомными номерами 115, 117 и 118. Международный союз теоретической и прикладной химии (IUPAC) официально признал приоритет в открытии за Объединенным институтом ядерных исследований в Дубне и его партнерами – Ливерморской и Окриджской национальными лабораториями (США). Таким образом, все 5 из известных на сегодня (114 и 116 элементы были открыты ранее) наиболее сверхтяжелых элементов (114-118) синтезированы в России (рис. 5). (ИЯИ РАН)

Объявлено о регистрации гравитационного излучения международной коллаборацией LIGO, в которую входят и российские ученые. Идентификация

результатов стала возможной благодаря принципам наблюдения, предложенным более 50-лет назад отечественными учеными (рис.6).

На озере Байкал смонтирован и введен в режим постоянного набора данных кластер из восьми гирлянд оптических модулей (по 24 ОМ на каждой), представляющий собой базовый структурный элемент создаваемого глубоководного нейтринного телескопа НТ1000 (Baikal-GVD) кубокилометрового масштаба (рис. 7). При работе в автономном режиме эффективный объём кластера составляет 0.04 км3 для событий от нейтрино с энергией порядка 100 ТэВ, что позволяет рассматривать его как одного из трёх крупнейших в мире действующих нейтринных телескопов в области высоких и сверхвысоких энергий и начать на нём поиск событий от астрофизических нейтрино.

Введен в эксплуатацию протонный радиографический комплекс (ПРГК) на синхротроне У-70 (рис. 8). По своим параметрам ПРГК является лучшей в мире установкой для исследования быстропротекающих процессов в динамических сверхплотных объектах (средах) методом импульсной протонной радиографии. В установке внедрена новая уникальная технология, основанная на большой проникающей способности высокоэнергичных (50–70 ГэВ) протонов и возможности управлять их потоками с помощью систем многооборотного быстрого вывода и специальной магнитной оптики.

В международном эксперименте OPERA (рис. 9) при активном участии российских учёных после обработки результатов, полученных в предыдущие годы, была уверенно подтверждена регистрация пяти событий – кандидатов на взаимодействие тау нейтрино. Обнаруженные кандидаты позволяют оценить открытие осцилляций $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$ на уровне 5 стандартных отклонений.

Стартовал астрофизический космический эксперимент НУКЛОН. Собран банк событий космических лучей с энергией более 1 ТэВ объемом, сопоставимый с результатами, полученными за все предыдущие 50 лет прямых измерений в данной области. Предварительный анализ полученных данных показывает: наблюдается неоднородность в энергетическом спектре всех частиц в области десятков ТэВ; энергетические спектры основных компонент космических лучей имеют сложную структуру в области более 10 ТэВ/частица; наблюдается устойчивое падение интенсивности потока протонов, по отношению к потоку ядер гелия во всем исследованном энергетическом диапазоне до 300 ТэВ

Работы в области фундаментальных исследований рассматривают:

развитие подходов к созданию квантовой теории гравитации, исследование фундаментальных свойств физического пространства-времени на предельно малых и предельно больших расстояниях, поиск пределов справедливости теории относительности и проявлений возможного существования дополнительных измерений пространства;

теоретическое исследование квантовых эффектов в сильных полях и в экстремальных состояниях вещества;

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

поиск и исследование новых физических явлений в области энергий до нескольких Тэв, новых элементарных частиц и фундаментальных взаимодействий в экспериментах на Большом адронном коллайдере;

исследование острова стабильности сверхтяжелых элементов;

прецизионное измерение параметров нейтринных осцилляций, поиск в них эффектов CP-нарушения, а также прямому поиску массы нейтрино в диапазоне 0,1 – 0,3 эВ, поиску нарушения закона сохранения лептонных чисел в процессах с мюонами

на новом уровне чувствительности и безнейтринного двойного бета-распада на уровне, предсказываемом осцилляционными экспериментами в предположении Майорановской природы нейтрино;

поиск стерильных нейтрино в нейтринных осцилляциях, проведение с этой целью эксперимента BEST на Баксанской нейтринной обсерватории ИЯИ РАН и эксперимента на установке Троицк-ню-масс;

измерение космических потоков нейтрино высоких энергий, обнаружение их источников. С этой целью продолжается сооружение глубоководного Байкальского нейтринного телескопа;

исследование потоков нейтрино, образованных в распадах тяжелых ядер и ядерных реакциях, происходящих в недрах Земли, и созданию с этой целью детектора геонейтрино;

в физике космических лучей – выяснение природы космических лучей сверхвысоких энергий, обнаружение их источников, исследование механизмов их генерации, поиск антиматерии в составе космического излучения;

в области создания ядерно-физических комплексов – ввод в действие высокопоточного реактора ПИК и создание на его базе центра нейтронных исследований; создание нового e+e~-коллайдера с рекордной светимостью чарм-тау фабрики в Новосибирске, модернизация сильноточного линейного ускорителя протонов в Троицке, получение мегаваттной мощности в пучке, разработка упомянутых проблем физики и техники ускорения заряженных частиц на основе мощных (экзаваттных) лазерных источников и создание новых перспективных ядерно-физических технологий в интересах экологически безопасной ядерной энергетики, ядерно-физической медицины, здравоохранения и других отраслей.

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» в 2015 году получены существенные результаты. Несомненно, к ним относится создание Астрокомплекса, состоящего из работающего уже несколько лет инфракрасного телескопа, и введенного в опытную эксплуатацию нового уникального инструмента – широкоугольного телескопа АЗТ-33 ВМ, предназначенного для скоростного обзора неба с высокой проницающей способностью с целью решения проблем астероидно-кометной опасности и задач автоматизированной системы предупреждения об опасных астрономических событиях в околоземном космическом пространстве.

Также важным достижением можно считать обнаружение при сравнении галактик Местного Объема с теоретическими предсказаниями значительного недостатка массивных карликовых галактик в Местном Объеме по сравнению со стандартной космологией.

Кроме того, единственный российский астрофизический космический эксперимент, реализуемый в настоящее время – «Радиоастрон» – регулярно позволяет получать интересные научные результаты. В 2015 году наблюдения одной из близких радиогалактик Персей А (масса чёрной дыры 850 миллионов солнечных масс) впервые позволили исследовать область активного ядра этой галактики с разрешением ~ 50 микросекунд дуги (что соответствует сотым долям светового года).

В 2015 году в раках создания высокоточных инструментов наблюдения была экспериментально проверена технология нанесения многофункционального интерференционного покрытия на оптические элементы комплекса научной аппаратуры создаваемой в настоящее время космической обсерватории «Спектр-УФ».

Достигнутый результат позволит проводить спектральные и фотометрические астрофизические исследования на уровне чувствительности Космического телескопа им. Хаббла при двукратно меньшей площади главного зеркала телескопа.

В будущем перспективны следующие направления исследований:

• Изучение происхождения и эволюции Вселенной – от стадии Большого взрыва и инфляции до современной эпохи.

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

• Формирование и эволюция галактик, звёзд, межгалактической и межзвездной среды.

• Исследование строения и активности Солнца и звёзд.

• Выявление механизмов активности компактных астрофизических источников (активных ядер галактик, источников гамма всплесков, чёрных дыр звёздной 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, в том числе включающих регистрацию гравитационного излучения.

• 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.

Важнейшие достижения

По направлению «Актуальные проблемы физики конденсированных сред»

1. Новые перспективы создания современных устройств быстрых детекторов и генераторов субтерагерцевого излучения для телекоммуникационных устройств.

В системе двумерных электронов с проводимостью, превышающей скорость света, обнаружена новая релятивистская мода плазменных колебаний, слабо затухающая вплоть до комнатных температур. Необходимым условием ее существования являются: высокая проводимость и наличие близкого металлического затвора, что указывает на поляритонную природу обнаруженной моды. Найдено, что мода имеет аномально узкую ширину линии резонансного поглощения. Свойства релятивисткой плазменной моды открывают перспективы для создания быстрых детекторов и генераторов субтерагерцевого излучения для современных телекоммуникационных устройств. (ИФТТ РАН)

2. Излучатель одиночных фотонов с эффективным вводом излучения в стандартное оптическое волокно.

Реализован полупроводниковый брэгговский микрорезонатор для излучателей одиночных фотонов (ИОФ) на основе InAs-квантовых точек. Резонатор состоит из двух полупроводниковых брэгговских зеркал p- и n- типа, AlGaAs апертурного кольца размером в единицы микрон и слоя InAs-квантовых точек между брэгговскими зеркалами. AlGaAs кольцо одновременно выполняет функции оптической и токовой апертуры. Достигнута внешняя квантовая эффективность 88 % при расходимости выходного излучения не выше числовой апертуры 0.2, что обеспечивает эффективный ввод излучения в стандартное оптическое волокно. (ИФП СО РАН)

3.Первый российский сверхпроводящий кубит.

Реализован первый российский сверхпроводящий кубит и изучены его характеристики. Изготовлен также сверхпроводящий потоковый кубит с встроенным инвертором сверхпроводящей фазы (π –контактом). π –контакт позволяет достигать рабочего режима кубита без необходимого в обычном случае внешнего магнитного поля, что должно обеспечить увеличение времен когерентности кубита и сделать архитектуру многокубитных систем более компактной. (ИФП РАН совместно с МИСиС, Российским квантовым центром, МФТИ и Институтом технологий Карлсруэ, Германия)

4. Рентгеновский микроскоп с нанометровым пространственным разрешением.

Создан контактный рентгеновский микроскоп, обеспечивающий нанометровое пространственное разрешение при регистрации изображений на фоторезисте и субмикронное – при использовании сцинтиллятора и регистрации изображения на ПЗС-матрице. Благодаря естественному разделению на «рентгеновскую» и «оптическую» части, конструкция микроскопа позволяет легко перестраивать увеличение и поле зрения микроскопа без перенастройки рентгенооптических элементов. Рабочая длина волны может изменяться в пределах 3-40 нм путем замены многослойных зеркал. (ИФМ РАН)

5. Синтезирован материал для сверхпроводящей спинтроники толщиной в один атомный слой.

Синтезировано двумерное соединение Tl-Pb толщиной в один атомный слой на поверхности кремния Si(111), которое проявляет уникальные свойства: гигантское спиновое расщепление поверхностных электронных состояний благодаря эффекту Рашбы и сверхпроводящие транспортные свойства при температурах ниже 2,5 К. Такая комбинация свойств материала перспективна для сверхпроводящей спинтроники. (ИАПУ ДВО РАН)

По направлению «Физическое материаловедение: новые материалы и структуры»

1. Фундаментальный подход к деформационному упрочнению полимеров.

Разработан фундаментальный структурно-кинетический подход к деформационному упрочнению полимеров, основанный на представлениях о кинетическом механизме разрушения твердых тел и характере структурных превращений, протекающих в полимерах под действием нагрузки и температуры. Полученные образцы предельно ориентированных полимеров демонстрируют рекордные физико-механические характеристики по сравнению с известными данными. Прочность образцов полиэтилена достигает 10 ГПа, что меньше теоретических оценок только в 2 раза. Экспериментально доказана возможность промышленной реализации метода упрочнения при производстве полимерных волокон и пленок. (ФТИ РАН)

2. Новый тип реактора для дельта-легирования алмаза толщиной 2-3 нм для мощных и высокочастотных полевых транзисторов.

Создан новый тип плазмохимического реактора для дельта-легирования алмаза, в котором в CVD алмазе получены слои толщиной 2-3 нм, легированные бором с концентрацией 10^{20} см$^{-3}$, имеющие рекордную холловскую подвижность дырок.

Получаемые в реакторе дельта-слои с высокими характеристиками необходимы для создания на основе CVD алмаза мощных и высокочастотных полевых транзисторов. (ИПФ РАН, ИФМ РАН)

3. Метод улучшения отвода тепла для нитридных приборов.

Реализована оригинальная методика создания гетероструктуры GaN/AlN на нанокристаллическом алмазе с целью улучшения отвода тепла для нитридных приборов, включающая рост AlN на кремниевой подложке CVD методом, нанокристаллического алмаза на AlN, селективное стравливание подложки кремния и эпитаксию слоя GaN на AlN. Получен слабодефектный монокристаллический слой GaN на нанокристаллической алмазной подложке с шириной рентгенодифракционной кривой качания отражения (0002) 0,35°. (ИФМ РАН, ИПФ РАН)

4. Высокоэффективная схема легирования алмазов на нано- и микроразмерных уровнях.

Предложен метод синтеза при высоких статических давлениях нано- и микроразмерных алмазов с различным содержанием люминесцентных центров кремний-вакансия (Si-V) и азот-вакансия (N-V) в ростовых системах на основе смесей углеводородных, фторуглеродных и кремнийорганических соединений без использования металлов-катализаторов. Исследование спектров фотолюминесценции и поглощения полученных алмазов показывает высокую эффективность предлагаемой схемы легирования алмазов на нано- и микроразмерных уровнях. (ИФВД РАН)

5. Создана технология синтеза сверхпрочных твердых сплавов, обладающих рекордной пластичностью при сжатии – до 10%.

Разработана технология синтеза сверхпрочных твердых сплавов, обладающих рекордной пластичностью при сжатии – до 10%. Технология основана на предварительной обработке заготовки при высоких гидростатических давлениях до 2 ГПа. В результате достигается субмикронная структура карбида вольфрама с высокой степенью инфильтрации атомов кобальта по дислокационным сеткам. Крупногабаритные (до 100 мм – в диаметре и до 250 мм – высотой) изделия из нового твердого сплава на испытаниях продемонстрировали ударную стойкость в 10-20 раз, превышающую соответствующие показатели для изделий из стандартного твердого сплава. (ИФВД РАН)

6. Технология создания жаропрочных, жаростойких и трещиностойких композитов для увеличения эксплуатационных температур газотурбинных двигателей.

Впервые получены высокотемпературные композиты с оксидной матрицей и молибденовым волокном, трещиностойкость которых соизмерима с трещиностойкостью высокопрочных металлических сплавов, а кривые деформирования носят квазипластический характер. Введение в состав матрицы молибдатобразующих элементов обеспечивает высокое сопротивление окислению. Возможность получения из расплава профилированных заготовок, близких по своей геометрии к форме конечных изделий, открывает перспективы их использования в качестве элементов газотурбинных двигателей (ГТД) для увеличения эксплуатационных температур до 1400-1600°С. (ИФТТ РАН)

По направлению «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».

1. Управление модовым составом излучения широкоапертурных полупроводниковых лазеров.

Предложена и реализована оригинальная конструкция лазерного волновода, использующая эффект оптического туннелирования. Это позволило увеличить апертуру излучения, повысить оптическую мощность и яркость торцевых полупроводниковых лазеров, работающих в любых спектральных диапазонах (рис. 10). (ФТИ РАН)

2. Эффективная генерация нитевидными нанокристаллами терагерцевого излучения.

Получена генерация терагерцевого излучения в нитевидных нанокристаллах на основе GaAs при возбуждении сверхкороткими оптическими импульсами. Эффективность генерации определяется усилением электромагнитного поля за счет резонансного возбуждения вытекающих волновых мод в нанокристалле. Она превышает эффективность генерации в объемном полупроводнике p-InAs, который на сегодня является наиболее эффективным когерентным терагерцевым эмиттером. (ФТИ РАН)

По направлению «Фундаментальные основы лазерных технологий, включая обработку и модификацию материалов, оптическую информатику, связь, навигацию и медицину».

1. Многофункциональный комплекс оптико-лазерной аппаратуры для изучения космических объектов (астероидов, комет, планет и их спутников)

Разработан многофункциональный комплекс оптико-лазерной аппаратуры для изучения космических объектов (астероидов, комет, планет и их спутников) в составе: импульсного лазерного дальномера для измерения расстояний до 300 км с точностью 0,01 – 1 м; прецизионного доплеровского лазерного измерителя скорости с точностью 1 мм/с – 1 м/с; лазерного 3D-локатора на базе матрицы лавинных фотодиодов; аппаратуры для определения элементного состава вещества методом лазерно-искровой эмиссионной спектроскопии. Проведено экспериментальное макетирование и моделирование работы узлов комплекса. (ИОФ РАН)

2. Револьверный волоконный световод с полой сердцевиной

Впервые создан револьверный волоконный световод с полой сердцевиной, с диаметром, уменьшеным до 25 мкм. Впервые получена эффективная ВКР-генерация в заполненном молекулярным водородом волоконном световоде с полой сердцевиной и отражающей оболочкой. Максимальная средняя мощность излучения на длине волны 1.9 мкм на выходе преобразователя составила 300 мВт при максимальном для подобных экспериментов дифференциальном квантовом КПД 87%. (НЦВО РАН)

3. Новый спектральный преобразователь солнечного излучения

Создан новый спектральный преобразователь солнечного излучения на основе кристалла $Yb:NaGd(MoO_4)_2$, обеспечивающий повышение коэффициента полезного действия солнечных батарей на основе кристаллического кремния. (ИОФ РАН)

4. Создание композитной керамики для мощных дисковых лазеров

Предложен и реализован метод подавления паразитной генерации ионов неодима в лазерах с активными элементами в виде тонких дисков. Это открывает принципиальные возможности повышения мощности дисковых лазеров, одного из наиболее быстроразвивающихся классов лазеров. (ИЛФ СО РАН)

5. Видеофлуоресцентная навигация при нейрохирургическом удалении менингиомы головного мозга через носовую полость

Разработана новая нейрохирургическая методика, включающая два оптических канала, регистрирующих люминесценцию и рассеяние, возбуждаемых лазерным излучением в операционном поле, что позволяет определять концентрацию раковых клеток в области воздействия.

Знание точных границ поражения гарантирует радикальность удаления злокачественных образований и отсутствие рецидивов (рис. 11). (ИОФ РАН, НИИ НХ)

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».

1. Исследование спектра генератора терагерцевого излучения на основе ВТСП структур $Bi_2Sr_2CaCu_2O_{8+\delta}$

При помощи сверхпроводникового интегрального спектрометра (СИП), созданного в ИРЭ РАН, проведено комплексное исследование терагерцевого генератора на основе естественной кристаллической ВТСП структуры $Bi_2Sr_2CaCu_2O_{8+\delta}$, выполненной в форме мезы и содержащей до 1000 джозефсоновских переходов. Впервые измерены спектральные характеристики с точностью лучше 0,1 МГц, продемонстрирована лоренцева форма спектральной линии (минимальная ширина линии 7 МГц, мощность более 10 мкВт) и высокая стабильность сигнала. На сегодняшний день измерено ТГц-излучение в диапазоне от 0.3 до 1,05 ТГц. (ИРЭ РАН совместно с National Institute for Material Science, Tsukuba, Japan; Nanjing University, Nanjing, China; Tubingen University, Tubingen, Germany)

2. Участие в проекте GSI. Эксперименты с динамическими мишенями на установке PRIOR

На прототипе протонного микроскопа PRIOR в GSI при энергии пучка 3,65 ГэВ проведены эксперименты по исследованию динамических процессов, возникающих при электровзрыве проводников в воде (рис. 12).

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».

1.Испытания прототипа гиротронной системы для ИТЭР.

Завершено создание и продемонстрирована работоспособность прототипа гиротронного комплекса для ИТЭР – международного экспериментального термоядерного реактора. Комплекс включает: СВЧ генератор – гиротрон (с параметрами – частота 170 ГГц, мощность 1 МВт, длительность импульса 1000 сек, кпд 55%), сверхпроводящий магнит, вспомогательные магниты, источники питания, систему охлаждения, систему управления и другие вспомогательные системы. Успешные испытания проведены в присутствии представителей Международной организации ИТЭР. Разработка гиротронов для ИТЭР и гиротронного комплекса потребовала решения целого ряда научных и инженерных задач. В будущей установке ИТЭР будут использоваться 24 мегаваттных гиротроных комплекса (рис. 13). (ИПФ РАН совместно с организациями: ЧУ «Проектный центр ИТЭР», Москва; ЗАО НПП «ГИКОМ», Нижний Новгород; КЯТК, НИЦ «Курчатовский институт»; ЗАО РТСофт, Москва)

2. Подавление шунтирующего тока в компактных импульсных источниках частиц и излучения большой мощности.

Исследована динамика взрывной электронной эмиссия со стального катододержателя в коаксиальном диоде – основе релятивистских ламп обратной волны. Показано, что тренировка несколькими десятками импульсов может задержать паразитную эмиссию при наносекундном нарастании напряженности поля до 2 МВ/см. Дополнительное подавление шунтирующего тока осуществлялось профилированием магнитного поля, когда обратная силовая линия с кромки катода не отрывается по радиусу от поверхности стали. Эти меры обеспечивают стабильность эмиссии пучка трубчатым графитовым катодом, достаточную для синфазной генерации нескольких релятивистских ЛОВ. (Отдел физической электроники ФИАН, ИЭФ УрО РАН, ИПФ РАН)

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».

1. Протонный радиографический комплекс на ускорителе У-70.

Создан и введен в эксплуатацию протонный радиографический комплекс (ПРГК) на синхротроне У-70. По своим параметрам ПРГК является лучшей в мире установкой для исследования быстропротекающих процессов в динамических сверхплотных объектах (средах) методом импульсной протонной радиографии. Совместно с РФЯЦ-ВНИИЭФ (г. Саров) разработана и внедрена новая уникальная технология актуальных прикладных исследований в интересах атомной отрасли. Она основана на большой проникающей способности высокоэнергичных (50–70 ГэВ) протонов и возможности управлять их потоками с помощью систем многооборотного быстрого вывода и специальной магнитной оптики (рис. 8). (РФЯЦ-ВНИИЭФ, ИФВЭ НИЦ Курчатовский институт)

2. Международный эксперимент OPERA, с участием российских учёных.

По данным 2008 – 2012 гг. в международном эксперименте OPERA (рис. 9), с участием российских учёных, зарегистрировано 5 событий – кандидатов на взаимодействие тау нейтрино. Обнаруженные кандидаты позволяют оценить открытие осцилляций $\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau$ на уровне 5 стандартных отклонений. (ФИАН, НИИЯФ МГУ, ИЯИ РАН, ОИЯИ)

3. Идет поиск событий от астрофизических нейтрино на глубоководном нейтринном телескопе Baikal.

Монтаж и запуск на оз. Байкал в режиме постоянного набора данных кластера из восьми гирлянд оптических модулей (по 24 ОМ на каждой), представляющего собой базовый структурный элемент создаваемого глубоководного нейтринного телескопа HT1000 (Baikal-GVD) кубокилометрового масштаба (рис. 7). При работе в автономном режиме эффективный объём кластера составляет 0.04 км^3 для событий от нейтрино с энергией порядка 100 ТэВ, что позволяет рассматривать его как одного из трёх крупнейших в мире действующих нейтринных телескопов в области высоких и сверхвысоких энергий и позволило начать на нём поиск событий от астрофизических нейтрино, зарегистрированных впервые в эксперименте на детекторе IceCube. (ИЯИ РАН, ОИЯИ).

4. Начат астрофизический космический эксперимент НУКЛОН.

С марта 2015 г. начат астрофизический космический эксперимент НУКЛОН. За полгода штатной работы собран банк событий космических лучей с энергией более 1 ТэВ объемом, сопоставимым с полученным за все предыдущие 50 лет прямых измерений в данной области. Предварительный анализ полученных данных показывает: наблюдается неоднородность в энергетическом спектре всех частиц в области десятков ТэВ; энергетические спектры основных компонент космических лучей имеют сложную структуру в области более 10 ТэВ/частица; наблюдается устойчивое падение интенсивности потока протонов, по отношению к потоку ядер гелия во всем исследованном энергетическом диапазоне до 300 ТэВ. Продолжается набор статистического материала и развития методов обработки полученного материала. Срок активного существования космического аппарата и КНА позволяет увеличить статистику, как минимум, на порядок. (НИИЯФ МГУ, ОИЯИ).

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».

1. Чёрные дыры в ядрах галактик: исследования с помощью наземно-космического интерферометра "Радиоастрон."

Наблюдения одной из близких радиогалактик Персей А (масса чёрной дыры 850 миллионов солнечных масс) впервые позволили исследовать область активного ядра этой галактики с разрешением ~ 50 микросекунд дуги ,что соответствует сотым долям светового года. Удалось определить поперечную структуру не только основной, но и противоположной струи выброса. Уярчение к краям джета позволяет судить о структуре магнитного поля и о распределении плотности релятивистской плазмы. Резкий пик яркости на большом расстоянии к югу от ядра галактики дает возможность оценить разогрев релятивистской плазмы на фронте ударной волны, возникающей при взаимодействии релятивистской струи с плазмой, окружающей ядро галактики (рис. 14). (АКЦ ФИАН совместно с участниками международного сотрудничества по проекту «Радиоастрон»)

2. Обнаружен значительный недостаток массивных карликовых галактик в Местном Объеме по сравнению со стандартной космологией.

При сравнении галактик Местного Объема с теоретическими предсказаниями было обнаружено, что для сравнительно массивных галактик с круговыми скоростями более 70 км/с и массами от $5 \cdot 10^{10}$ МС стандартная ΛCDM модель находится в отличном согласии с наблюдениями. Однако слабый наклон ($\alpha \approx -1$) распределения карликовых галактик с круговыми скоростями менее 40 км/с противоречит предсказаниям космологической стандартной модели ($\alpha \approx -3$), как получено для гало темной материи на основе численного моделирования. Более того, модели с теплым темным веществом также не могут объяснить наблюдательные данные вне зависимости от массы частиц. (САО РАН)

3. Создание технологии нанесения многофункционального покрытия оптических элементов, позволяющей вдвое повысить чувствительность космических телескопов.

Разработана и экспериментально проверена технология нанесения многофункционального интерференционного покрытия на оптические элементы комплекса научной аппаратуры космической обсерватории «Спектр-УФ». Достигнутый результат позволит проводить спектральные и фотометрические астрофизические исследования инструментами космической обсерватории «Спектр-УФ» на уровне чувствительности космического телескопа им. Хаббла (КТХ) при площади главного зеркала телескопа Т-170М в 2 раза меньшем, чем площадь главного зеркала КТХ. (ИНАСАН совместно с ФГУП НПО «НИИ «ЛУЧ»)

По программе фундаментальных исследований «Межзвездная и межгалактическая среда: активные и протяженные объекты»

1. Измерения функции масс скоплений галактик, наблюдательные исследования межгалактического газа в скоплениях галактик, потоков вещества в активных ядрах галактик и двойных системах с компактными объектами.

Получены новые результаты по исследованию искажений спектра реликтового излучения из-за рассеяния на электронах горячего газа в скоплениях галактик (эффект Сюняева-Зельдовича), а также из-за наличия ненулевого химического потенциала в распределении Бозе-Эйнштейна, который является следствием энерговыделения любой природы в ранней Вселенной. Используя данные спутника ПЛАНК и «Телескопа на Южном Полюсе» удалось впервые за 25 лет улучшить почти на порядок величины классические пределы на искажения спектра реликтового излучения, полученные ранее прибором COBE-FIRAS. Новые пределы особо важны для оценок вклада «теплого» газа во Вселенной в среднюю плотность барионов. (ИКИ РАН)

2. Радиоастрономические исследования областей звездообразования на разных стадиях эволюции.

Завершен анализ наблюдений области образования массивных звезд S255IR при помощи интерферометра SMA в диапазонах 1.3 мм и 0.8 мм, а также при помощи 30-м радиотелескопа IRAM в диапазоне 0.8 мм. Наблюдалось излучение пыли в континууме и несколько десятков спектральных линий молекул. Большинство молекулярных линий зарегистрировано только в направлении сгустка S255IR-SMA1, который представляет собой вращающийся объект (вероятно, диск) вокруг молодой массивной звезды. Температура молекулярного газа достигает 130-180 К. Размер сгустка около 500 а.е. Он сильно неоднороден, масса горячего газа значительно меньше массы центральной звезды. Вблизи центра горячего ядра наблюдается сильное излучение молекулы DCN, что, вероятно, свидетельствует о присутствии там относительно холодного (<80 К) и довольно массивного сгустка. Высокоскоростное излучение наблюдается в линии CO, а также в линиях ряда молекул, возбуждающихся при высокой плотности газа (HCN, HCO^+, CS), и может ускоряться головной ударной волной джетов, возникающих при периодических выбросах вещества из центра. Обнаружен плотный высокоскоростной сгусток, ассоциирующийся с ударным фронтом. Истечение сильно влияет на химический состав окружающего вещества. (ИПФ РАН)

3. Исследование распределения темной материи в центре Галактики.

Проведен анализ перспективного метода измерения полной массы темной материи вблизи сверхмассивной черной дыры в центре Галактики на основе наблюдений нерелятивистской прецессии орбит быстрых *S0* звезд совместно с ограничениями на аннгиляционный сигнал от частиц темной материи. Получено аналитическое выражение для угла прецессии в предположении степенного профиля плотности темной материи. Вычислена масса темной материи, необходимая для объяснения наблюдаемого избытка гамма-излучения за счет аннигилляции частиц темной материи с учетом эффекта Зоммерфельда.

Проведен обзор физических процессов в центре Галактики, связанных с находящейся там сверхмассивной чёрной дырой SgrA*. Обнаружение в центре Галактики быстрых *S0* звёзд, движущихся вокруг SgrA* с очень большими скоростями по эллиптическим орбитам, позволило впервые измерить с точностью до 10% массу этой ближайшей к нам сверхмассивной чёрной дыры, оказавшейся равной M_h=(4,1±0,4)$10^6 M_\odot$. Ожидается, что дальнейший мониторинг *S0* звёзд может привести к обнаружению ньютоновской прецессии их орбит в гравитационном поле черной дыры. Тем самым, будет произведено «взвешивание» сконцентрированной там загадочной тёмной материи и получена новая информация для идентификации частиц темной материи. Слабая аккреционная активность «дремлющего» квазара в центре Галактики в виде квазипериодических осцилляций в рентгеновском и ближнем ИК диапазонах, возможно, может быть связана с частотой вращения горизонта событий чёрной дыры SgrA* и с частотой широтных осцилляция ярких пятен в аккреционном диске, зависящей только от гравитационного поля черной дыры. Такая интерпретация позволяет определить с хорошей точностью не только массу M_h но и спин a (параметр Керра) чёрной дыры SgrA*, M_h=(4,2±0,2)10^6 $M_\odot$ и a=0,65±0,05, соответственно. (ИЯИ РАН)

НАНОТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Состояние фундаментальной науки о роботических технологиях в медицине находится на достаточно низком уровне, поскольку достигнутые отдельно значимые фундаментальные результаты в инженерно-технических и в медицинских областях не

имеют единой базы для обобщения. Получение комплексных, междисциплинарных научных результатов, обеспечивающих принципиально новые позиции российской науки и выход, на их основе, к иным рубежам показателей качества жизни населения, несомненно, должно опираться на исследования, учитывающие цели государственных стратегий и базовых программ. В настоящее время Правительством РФ задано направление работ в этой области, имеет место заинтересованность и поддержка исследований ведущими научными фондами и институтами развития, но требуется фундаментальная интегрированная научная платформа для обеспечения результативности проводимых исследований. Прогнозируя дальнейшее развитие этой области науки, важно отметить, что имеющийся у ИКТИ РАН на данный момент стартовый научный задел настолько превышает используемые в мире технологии и стратегические подходы к их реализации, что в случае корректно построенной системы развития фундаментальных исследований роботических технологий в медицине, как базы для дальнейших комплексных исследований, будет обеспечено устойчивое опережение мирового уровня.

Фундаментальные причины, определяющие развитие методов автоматизированного проектирования современных интегральных схем, будут напрямую связаны с изменением технологии их производства. При этом существенное уменьшение размеров компонентов интегральных схем потребует создания более точных моделей интегральных схем и их компонентов, а также усложнения методов анализа и синтеза интегральных схем и устройств на их основе. С другой стороны, существенное увеличение возможностей компьютерных технологий расширяет возможности решения особо сложных задач. В связи с этим можно ожидать появления совершенно новых подходов к проектированию интегральных схем, с одной стороны, требующих существенного увеличения вычислительных затрат, а с другой стороны, рассматривающих интегральную схему не как сеть соединенных между собой компонентов, а как уникальную полупроводниковую структуру, описываемую некоторой системой уравнений. В настоящее время российские ученые располагают целым рядом отдельных достижений мирового уровня, но в то же время отсутствуют функционально полные современные отечественные системы автоматизированного проектирования интегральных схем. Это объясняется почти полным отсутствием финансирования работ по созданию указанных систем. (ИППМ РАН)

Математическая теория управления является одним из активно развивающихся направлений прикладной математики на стыке теории дифференциальных уравнений, вариационного исчисления, анализа и геометрии. Следующие области исследований в математической теории управления представляются перспективными: нелинейная теория управления, управление гибридными системами, управление системами с распределенными параметрами, управление сетями и трафиком, управление квантовыми системами. В Российской Федерации хорошо представлены оптимальное управление, геометрическая теория управления, теория управления неголономными системами, теория систем с запаздыванием, численные методы управления и оптимизации. В ближайшее время можно ожидать развитие направлений теории управления, опирающихся на глубокие математические теории (оптимальное управление нелинейными системами, стохастическое управление, управление системами с распределенными параметрами), находящихся на стыке традиционных направлений, а также ориентированных на новые приложения (групповое управление, управление БПЛА и мобильными роботами, управление компьютерными сетями). (ИПС имени А.К. Айламазяна РАН)

В развитие проблемы интеллектуальных транспортных систем (ТС) планируются исследования по построению перспективной когнитивной ТС, формированию ее многоуровневой архитектуры и стратифицированному описанию процессов, протекающих в ее физическом (транспортные средства и инфраструктура),

информационном (информационные модели) и интеллектуальном (искусственный интеллект) слое. Такой подход будет способствовать комплексному описанию и системному изучению свойств ТС. (ИПТ РАН)

Для обеспечения устойчивого социально-экономического развития и необходимого уровня обороноспособности страны промышленность РФ должна иметь доступ к технологиям моделирования задач эксафлопсного класса. К таким задачам относятся: разведка новых месторождений углеводородов, технологии добычи трудноизвлекаемых запасов нефти, повышение эффективности углеводородной и атомной энергетики, создание перспективных авиационно-космических систем и биомедицинских технологий.

США планируют решать эти задачи "методом грубой силы", то есть существующими методами на суперкомпьютерах существующих архитектур, доведя к 2022 году пиковую производительность суперкомпьютеров до 1 Эксафлопс. К указанному сроку Россия не будет иметь собственных микроэлектронных технологий, обеспечивающих возможность изготовления суперкомпьютеров такой производительности. То есть решение задач эксафлопсного класса "методом грубой силы" будет невозможным. Для обеспечения возможности решения этих задач на суперкомпьютерах, производимых в России, должны быть разработаны новые физические модели исследуемых явлений, поддерживающие их новые вычислительных алгоритмы и, наконец, разработаны и отлажены на доступных суперкомпьютерах требуемые программные коды. Этот подход позволит обеспечить технологический паритет с США, несмотря на отставание в пиковой производительности отечественных суперкомпьютеров. (НИИСИ РАН)

Решения современных задач во всех сферах деятельности требуют обработки больших объемов информации (данных и знаний) и их глубокого смыслового анализа. Всё более востребованными оказываются технологии семантической обработки информации, универсальные и специальные онтологические конструкции, технологии интеграция разнородных ресурсов и используемые ими хранилища данных, технологии построения и развития единых информационных пространств. (ИИММ КНЦ РАН)

В течение двух-трех лет модели аэродинамики, включая уравнения Навье-Стокса для вязкого теплопроводного газа, будут модифицированы с учетом физических законов равновесного распределения энергии между поступательными и вращательными, колебательными степенями свободы. Это позволит повысить точность численного моделирования в задачах аэродинамики, а также объяснить ряд физических эффектов и, возможно, зарождение и развитие эффектов турбулентности. (ИВМ СО РАН)

Модернизация экономики России, переход к инновационной модели развития невозможны без хорошо организованной системы информационного сопровождения научных разработок, образовательных процессов. Важную роль в решении этой задачи играют библиотеки и информационные центры, обеспечивающие доступ к мировым информационным ресурсам и сохранность отечественного научного и культурного наследия страны.

Среди основных задач следует выделить разработку новой парадигмы библиотечно-информационной сферы на основе развития ИКТ, формирование национального информационного контента, развитие сервисов доступа к информационным ресурсам и переход к модели интеллектуально-информационных центров за счет расширения информационно-аналитических функций на основе библиометрических исследований. (БЕН РАН)

В среднесрочной перспективе (3–5 лет) в ГПНТБ СО РАН будут интенсивно развиваться наукометрические и вебометрические исследования. Они позволят изучить текущее состояние и перспективы развития научных дисциплин, проанализировать динамику развития отечественной науки и притока новых научных кадров, исследовать

жизненный цикл и механизмы распространения научных знаний. Фундаментальные результаты этого направления могут быть положены в основу дальнейших исследований в области экономики, социологии, науковедения и наукометрии (ГПНТБ СО РАН)

Основной элементной базой СВЧ-электроники являются монолитные интегральные схемы усилителей мощности (МИС УМ) и малошумящих усилителей (МШУ) на основе нитридных и арсенидных гетероструктур. Для их дальнейшего развития требуется усовершенствование технологии роста эпитаксиальных структур, использование атомно-слоевого осаждения тонких пленок, применение несжигаемых омических контактов, а также уменьшение паразитных емкостей сток-затвора в полевых транзисторах. Это позволит увеличить в разы рабочие и предельные частоты усиления по току и мощности. Одной из основных задач на ближайшие 5–7 лет является увеличение рабочих частот МИС УМ и МШУ, что, прежде всего, связано с перегруженностью существующих диапазонов частот и одновременным развитием информационно-телекоммуникационных систем нового поколения (например, новых систем сотовой связи поколения 5G). Кроме того, уже сейчас интенсивно развиваются широкополосной системы связи, а также терагерцовые источники и детекторы (для частотного диапазона 0,1–10 ТГц) для современных систем безопасности и противодействия терроризму в местах массового скопления людей. (ИСВЧПЭ РАН)

Технология динамических дифракционных решеток, создаваемых в среде акустическими волнами, позволила создать различные функциональные устройства для управления оптическим излучением: модуляторы, дефлекторы, фильтры, получившими название управляемых (перестраиваемых) акустооптических фильтров. На этой основе разработаны пилотные образцы современных спектральных приборов и созданы новые методы спектральных измерений. Однако широкому распространению приборов на основе акустооптики препятствует ограниченный список кристаллических материалов, которые можно использовать при создании элементов и приборов акустооптики. Недавние исследования впервые показали, что использование метаматериалов существенно расширяет список возможных материалов для акустооптики и становится возможным создание приборов для ИК и Террагерцовой области спектра с уникальными характеристиками, недостижимых на основе обычных кристаллов.

Выпуск АО систем на основе новых метаматериалов обеспечил бы приоритет РФ в области спектрального приборостроения и позволил бы в стране создать новую подотрасль промышленного приборостроения для многих применений: в медицине, обороне, контроле технологических процессов, в науке и т.п. (НТЦ УП РАН)

В 2015 г. ИПЛИТ РАН продолжил фундаментальные и прикладные исследования в области лазерных и информационных технологий, направленные на решение ряда первоочередных проблем науки, производства и медицины. Приоритетным направлением исследований остается развитие современных методов и технологий аддитивного производства, интенсивно развивающегося во всем мире. Оставаясь лидером в развитии отечественной техники и технологий лазерной стереолитографии, ИПЛИТ РАН успешно развивает и другие направления аддитивных технологий для производства и медицины. В институте также продолжаются актуальные исследования, ориентированные на разработку новых лазерных систем и технологий для медицины, получения и обработки новых перспективных материалов, развития элементной базы микро- и наноэлектроники и фотоники, а также математических методов предсказательного моделирования.

Высокая стоимость современной субмикронной литографии остается одним из главных сдерживающих факторов при разработке приборов интегральной фотоники на основе полупроводников А3В5. При разработке опытных образцов приборов новых конструкций с нанометровым разрешением альтернативой стандартным

литографическим процессам является прямая литография сфокусированным ионным пучком. (НТЦ микроэлектроники РАН)

Углеродные наноструктуры (нанотрубки, графен, фуллерены) обладают уникальными свойствами, привлекательными для применения в различных областях науки и техники. Углеродные наноструктуры, имея существенные и принципиальные преимущества, могут стать незаменимыми для применения и реализации наноэлектроники будущего.

Исследования и разработки в указанных направлениях активно проводятся в ИНМЭ РАН.

В ИИПРУ КБНЦ РАН совместно с германскими партнерами сделан значительный задел по изготовлению широкополосных источников ближнего инфракрасного излучения, выполненные в форме волокна на основе многокомпонентных силикатных стекол с содержанием нанокристаллов сульфида свинца. Полученные результаты на данном этапе развития науки являются совершенно новыми. Перспективными являются научные исследования в изготовлении экспериментальных волокон, а также измерении спектров фотолюминесценции при накачке волокон титан-сапфировым лазером 800нм. На основе полученных результатов планируется уменьшить размеры фокусного пятна оптических элементов до субмикронного диапазона при одновременном увеличении светосилы пятна, а также расширить рабочий диапазон энергии до 50кэв. Это позволит, в свою очередь, улучшить достижения рентгеновской дифрактометрии и спектроскопии, в частности, довести пространственное разрешение по глубине 3D рентгено-флуоресцентного анализа (РФА). Выполнение поставленной цели подразумевает развитие технологии структурированного стекла, что означает переход от микроразмеров к наномасштабу при перетяжке капиллярных структур. (ИИПРУ КБНЦ РАН)

В ближайшее время могут быть созданы компоненты нанофотоники (резонансные дифракционные решётки, фотонно-кристаллические резонаторы, брэгговские структуры), оптически выполняющие базовые операции обработки информации (дифференцирование, интегрирование, вычисление дифференциальных операторов). Такие компоненты нанофотоники способны преобразовывать лазерные импульсы наносекундной длительности, то есть обладают гигагерцовым быстродействием. Они будут являться новой элементной базой планарных сверхкомпактных систем аналоговых оптических вычислений с высоким быстродействием. (ИСОИ РАН)

Важнейшие достижения

Задачи управления течением жидкости особую актуальность приобретают в связи с необходимостью создания технологии «цифровое месторождение» (рис. 15) . Для нефтегазовой отрасли рассматриваемый класс задач непосредственно связан с моделированием отклика месторождения на динамические воздействия различных типов (механические, тепловые, электрические, химические и т.п.), которое позволяет провести оптимизацию воздействий с целью повышения коэффициента извлечения нефти. Работа посвящена оптимизационным задачам управления динамикой несжимаемой жидкости на основе изменения во времени геометрии течения. Решение такого класса задач требует разработки комплексной программы исследовательских работ с использованием суперкомпьютерных технологий тера-петафлопного класса. Это является необходимым условием технологического паритета с лидерами мирового рынка. (НИИСИ РАН)

Создан ряд прототипов компактных 3D принтеров (рис. 16. рис. 17), позволяющих синтезировать биосовместимые и биоактивные объемные структуры

заданной архитектоники из разработанных в институте материалов на основе алифатических полиэфиров, метакрилированной гиалуроновой кислоты, хитозана, а также фосфатов кальция. Созданное оборудование, материалы и технологии открывают возможности решения целого ряда практических задач регенеративной медицины и расширяют сферы применения современных аддитивных технологий. (ИПЛИТ РАН)

Разработаны принципиально новые алгоритмическое и схемотехническое решения основного вычислительного узла современных ВС – блока умножения с накоплением. Впервые в России и в мире умножитель реализован с использованием троичного самосинхронного кодирования, что позволило повысить его быстродействие на 20% за счет сокращения количества ступеней сложения частичных произведений на этапе умножения и устранения многоразрядных переносов на этапе накопления. Умножитель реализован в базисе стандартной библиотеки элементов (БЭ) для 65-нм КМОП технологии, расширенной самосинхронной БЭ, и работоспособен в широком диапазоне напряжения питания и температуры окружающей среды. (ФИЦ ИУ РАН)

Разработан транзистор с высокой подвижностью электронов на вицинальной подложке GaAs с профилем легирования в виде нанонитей из атомов олова (НН). Разработан полевой транзистор с пространственной модуляцией электронной плотности в квантовой яме. В таком случае, максимум концентрации электронов имеет место вблизи заряженных НН, а минимум — между двумя соседними НН. Это позволило реализовать квази-одномерные каналы проводимости из атомов олова. Впервые обнаружена анизотропия тока насыщения на вольт-амперных характеристиках (ВАХ) при протекании тока вдоль и поперек нанонитям из атомов олова. Переход от двумерного канала к квази-одномерному, что приведет к увеличению дрейфовой скорости носителей тока в транзисторе. (ИСВЧПЭ РАН)

Разработаны базовые условия и комплексные характеристики для выявления максимально полного цикла создания инновационного медицинского изделия со всем спектром научных исследований и с подготовкой компетентного ресурсного обеспечения работ. Представленная методика комплексного объединения задач, ресурсов и технологий на различных принципах является инновационным фундаментальным инструментом, который сможет обеспечить наилучшие условия для создания роботического комплекса не только медицинского, но и любого другого профиля. Созданный системно-объединенный ресурсно-методологический инструмент дает значимые преимущества в формировании эффективной фундаментальной базы и дальнейшей организационной среды для выполнения роботохирургических операций, что подтверждается полученными международными экспертными оценками и патентами. (ИКТИ РАН)

Разработан метод детектирования алмазов, скрытых в кусках кимберлита, с помощью анализа двухканального рентгеновского изображения. Современные промышленные методы позволяют обнаруживать только открытые алмазы, т.е. либо отдельные кристаллы, либо кристаллы, частично выходящие на поверхность породы, что приводит к необходимости дробить кимберлит и повышает риск повреждения ценных камней. Разработанный метод позволяет неинвазивным способом детектировать алмазосодержащие куски породы и выделять их из потока, повышая производительность и качество работы алмазодобывающих предприятий. Метод может быть обобщен до обнаружения однотипных включений в однородной породе любого состава. Метод реализован специалистами ИППИ РАН в программном обеспечении сепаратора алмазосодержащей руды, который в настоящее время проходит опытную эксплуатацию на Мирнинском горно-обогатительном комбинате АК «АЛРОСА» (ПАО), г. Мирный. (ИППИ РАН)

Разработан аппарат физико-математических моделей процессов, протекающих при синтезе углеродных наноструктурированных материалов в условиях плазменного

разряда. Разработаны технологии синтеза УНТ, способные к внедрению в микроэлектронное производство на любом этапе групповой обработки пластин. Разработаны теоретические основы возможности управления свойствами УНТ посредством легирования их различными веществами. Данные результаты позволяют совмещать синтез наноструктурированных материалов с основными маршрутами производства микро- и наносистемной техники и микроэлектроники, что в перспективе может создать условия для создания качественно новой электронной компонентной базы на основе углеродных материалов. (ИНМЭ РАН)

Предложен экспериментальный метод детектирования ДНК в терагерцовом диапазоне частот с помощью полупроводниковых наноструктур. При исследовании вольт-амперных характеристик олигонуклеотидов обнаружен отклик, характеризующий собственную частоту идентичных коротких молекул ДНК разной длины. Разработана и предложена математическая модель детектирования сигнала от олигонуклеотидных молекул, возбуждаемых излучением от полупроводниковых наноструктур с микрорезонаторами на частоте, совпадающей с резонансной частотой одиночных олигонуклеотидов. На основании полученных результатов предложен экспериментальный метод идентификации олигонуклеотидов, различающихся по длине, в концентрации 0,2 мкг/мкл. (СПб АУ НОЦНТ РАН)

Для построения процессов извлечения информации и материализованной интеграции данных из произвольных электронных таблиц впервые предложена методология анализа и интерпретации таблиц, отличительной особенностью которой является исполнение правил, обеспечивающих отображение известных фактов о табличной структуре, стиле и содержании в отсутствующие метаданные о семантических отношениях между внутренними элементами таблиц и внешними предметными знаниями. На основе предложенной методологии разработана система трансформации и очистки табличных данных, обеспечивающая, в том числе, приведение к канонической форме произвольных электронных таблиц.

Опубликовано 4 научные работы, входящие в реферативные базы данных Web of Science, Scopus. Получено 1 Свидетельство об официально регистрации программ для ЭВМ. (ИДСТУ СО РАН)

Принципиально новые вандерваальсовские гетероструктуры, состоящие из механически совмещенных моноатомных слоев различных материалов, были изготовлены впервые. В частности, изготовлены многослойные вертикальные туннельные структуры на основе графена и нитрида бора с контролируемой кристаллографической ориентацией смежных слоев графена. Исследовано влияние магнитного поля, перпендикулярного плоскости графеновых слоев, на туннелирование электронов. Наблюдались переходы между отдельными уровнями Ландау, и было впервые показано, что не только энергия, квазиимпульс, но и хиральность электронов сохраняются в процессе туннелирования. Полученный фундаментальный результат открывает возможности для разработки новых поколений наноэлектонных устройств, работающих на новых принципах. (ИПТМ РАН)

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 2013-2020 гг., программ Президиума РАН и ОЭММПУ РАН по профилю энергетики, 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 интеллектную 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 основой 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 такой области 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 2014-2015 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 аппарата, 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 наноэлектронике 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 внутриглазовое 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 получат 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.

К разработкам в области критических технологий Российской Федерации относится технология создания и управления новыми видами транспортных средств, где будет необходимо достичь нового уровня автоматизации и распределения функций между оператором и системой управления, а в автономных движущихся объектах – нового уровня универсальности и интеллектуальности; это же актуально для управления технологическими процессами.

Оптимальное адаптивное управление позволит активно устранять априорную неопределенность, обеспечивать высокую точность управления при сложных многокомпонентных ограничениях, изменениях конфигурации, в критических и закритических режимах, при неустойчивости объекта на основных и нештатных режимах, упругости его конструкции, повреждениях или отказах части органов управления и элементов конструктивной схемы. Необходимо развивать также теорию робастных систем управления, осуществляющих пассивное парирование влияния неконтролируемых факторов.

В области навигации и наведения движущихся объектов должна развиваться теория навигационных и гироскопических систем, основанная на комплексировании инерциальных навигационных систем со спутниковыми радионавигационными системами, корреляционно-экстремальными системами навигации и наведения по физическим полям, обзорными системами с распознаванием образов и ориентиров. В области задач управления системами междисциплинарной природы (организационно-техническими, медико-биологическими, эколого-экономическими и др. системами) будут развиваться экспертно-классификационные, экспертно-статистические и так называемые «активные» модели управления.

Будут играть важную роль системы интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений (от предприятия до государственных органов), в частности,

так называемые когнитивные системы, которые способны вести мониторинг текущей ситуации (включая обработку текстовой информации), давать прогнозы развития ситуации на основе включения экспертных знаний, рекомендации по принятию решений. Такие системы особенно важны для целей стратегического планирования в условиях неопределенности, когда нет возможности получить достоверные количественные прогнозы. Они дают характеристику общих тенденций развития и указывают на возможные побочные последствия принимаемых решений.

Важнейшие достижения

В ИТПЭ РАН в результате сотрудничества с КБ «Сухой» создан уникальный комплекс радиофизических измерений и современная лаборатория по разработке и выпуску специальных материалов по стелс-технологии.

Работы опирались на фундаментальные исследования плазмы, гетерогенных систем, теории перколяции, магнетизма, теории дифракции и ряда других научных направлений, которые вылились в конкретные технические приложения. Осуществляется научно-техническое сопровождение серийного производства самолетов, на которых применяются стелс-технологии (рис. 18, рис. 19). (ИТПЭ РАН, институты ОЭММПУ РАН)

Предложен подход, основанный на методе динамического программирования, позволяющий вычислять оптимальные по расходу топлива траектории полёта гражданских самолётов. Подход позволяет учесть многочисленные сложные ограничения, налагаемые требованиями безопасности полёта, техническими особенностями определённого типа воздушного судна, условиями комфорта пассажиров. Разработанная методика построения оптимальных траекторий позволяет сравнительно легко перестраивать траекторию в случае возможных отклонений. (ИПМех РАН)

Завершены исследования работы спазера в подпороговом режиме под действием внешнего поля. Из-за высоких джоулевых потерь в плазмонной частице спазер (нанолазер) обладает низкой добротностью. Как следствие, для достижения режима, когда число возбужденных когерентных плазмонов превосходит число некогерентных, требуется нереалистично высокая мощность накачки. Показано, что при компенсации потерь внешней волны квантовый шум в спазере заметно подавляется, и даже в подпороговом режиме, т.е. при легко достижимой мощности накачки, число возбужденных когерентных плазмонов может превосходить число спонтанно возбужденных. (ИТПЭ РАН)

Разработана теория модельных аналогий и инвариантов преобразований обратной связи для управляемых систем. На ее основе создана уникальная технология автоматизации качественного анализа свойств разнообразных математических моделей систем с приложениями к управлению динамическими, многорежимными, непрерывно-дискретными системами технической, медико-биологической и другой природы. Полученные результаты по своей оригинальности и значимости превышают мировой уровень. (ИПУ РАН)

Введен в эксплуатацию новый российско-европейский космический эксперимент “Плазменный кристалл-4” на борту модуля Columbus (рис. 20). (ОИВТ РАН)

В ИБРАЭ РАН завершена разработка методологии, моделей и расчетных комплексов для управления и обоснования долговременной безопасности Теченского каскада водоемов (ТКВ) – крупнейшего в стране поверхностного водоема-хранилища жидких радиоактивных отходов. В рамках разработки расчетно-мониторингового комплекса «ТКВ-Прогноз» выполнены фундаментальные исследования по всем

составляющим водного баланса ТКВ, детально изучены все компоненты, определяющие эволюцию ТКВ, интегрированы все накопленные о ТКВ данные и знания. «ТКВ-Прогноз» стал основой разработанного стратегического мастер-плана, направленного на окончательное решение вопроса обоснования и обеспечения безопасности ТКВ. Разработка выполнена совместно с эксплуатирующей организацией (ФГУП «ПО «Маяк») и специализированной организацией ФГУГП «Гидроспецгеология» (рис. 21). (ИБРАЭ РАН)

При обработке металлов давлением вблизи поверхности трения деформируемого материала и инструмента (например, экструдера) развивается тонкий слой с мелкозернистой структурой. Предложен принципиально новый подход к анализу и дизайну процесса развития такого слоя, основанный на использовании представлений о коэффициенте интенсивности скорости деформации. Подход включает взаимосвязанные теоретические исследования по построению новых определяющих уравнений и исследования, связанные с развитием новых численных алгоритмов, необходимость в которых возникает вследствие качественного отличия новых определяющих уравнений от традиционных, а также экспериментальные исследования, учитывающие математические свойства новых определяющих уравнений и позволяющие идентифицировать входящие в них параметры. Подход реализован для процесса выдавливания цилиндрических прутков. Прикладной аспект нового подхода заключается в возможности создания упрочнённого поверхностного слоя изделия посредством направленной его обработки в условиях интенсивного трения. (ИПМех РАН)

Для решения актуальных современных проблем удешевления, ускорения создания и повышения качества систем управления предложены общие подходы к минимизации используемого ресурса (приводов, сенсоров и пропускной способности канала передачи данных) и оптимизации характеристик переходных процессов (перерегулирования, продолжительности и др.). Полученные результаты по своей оригинальности и значимости превышают мировой уровень. (ИПУ РАН)

Обнаружены режимы течения газа через пористые объекты с внутренними источниками энерговыделения, при которых с ростом коэффициента теплопроводности твердой среды происходит аномальное повышение её общего разогрева и увеличение максимальной температуры. Таким образом, несмотря на то, что теплопроводность способствует дополнительному оттоку тепла от наиболее горячих областей, пренебрежение теплопроводностью твердой фазы при моделировании не всегда позволяет получить оценку сверху для реальных температур. (ИАПУ ДВО РАН)

Для динамических систем, описываемых векторными дифференциальными уравнениями и включениями, сконструированы алгоритмы формирования управлений, обеспечивающих заданное качество процессов при наличии неконтролируемых воздействий. Алгоритмы основаны на сочетании методов экстремального сдвига, динамического обращения и унификационных конструкций гамильтонова формализма. С использованием методологии управления с поводырем разработан новый конструктивный метод оптимального выведения ракеты–носителя на заданную околоземную орбиту с максимальной нагрузкой при ограничениях на текущее фазовое состояние соответствующей нелинейной динамической системы. (ИММ УрО РАН)

Численно и экспериментально получены демпфирующие аэродинамические характеристики модели исполнительного варианта перспективного возвращаемого космического аппарата в диапазоне чисел Маха от 1,5 до 7, позволяющие адекватно определять траекторию его полёта. Показано, что при некоторых числах Маха меньше 4 возбуждаются регулярные автоколебания с амплитудой $\Delta\Theta \approx 30^{\circ}$, а демпфирующие характеристики зависят от угла атаки и безразмерного момента инерции модели. Следовательно, традиционная форма представления аэродинамических нагрузок

(гипотеза гармоничности) для модели возвращаемого аппарата становится некорректной. (ИТПМ СО РАН)

Теоретически показана и обоснована возможность повышения дальности полета снарядов реактивных систем залпового огня в 2-3 раза за счет дополнительного разгона с помощью прямоточного воздушно-реактивного двигателя на твердом топливе (рис. 22). Результаты работ переданы для практической реализации в ОАО «НПП «Сплав». (ИТПМ СО РАН)

В рамках модели больших деформаций материалов с упругими, пластическими и вязкими свойствами получено решение последовательности связанных задач термоупругопластичности о зарождении и развитии течения среды в цилиндрической трубе в условиях меняющегося перепада давления и разогрева материала за счет трения о стенку трубы, и последующем торможении течения при медленном снятии нагрузки и остывании материала слоя. Указаны условия зарождения вязкопластического течения, закономерности продвижения по слою упругопластических границ, рассчитываются скорости течения, большие деформации, как необратимые, так и обратимые. (ИАПУ ДВО РАН, ИМиМ ДВО РАН)

В Московском авиационном институте, Российском «Центре криогенных электрических машин и устройств» созданы сверхпроводниковые электромеханические преобразователи и накопитель энергии (рис. 23) с рекордными массово-энергетическими характеристиками на основе жестких сверхпроводников второго рода (соединение иттрий, барий, медь, кислород). Перспективным является их применение на объектах двойного назначения.

ХИМИЯ И НАУКИ О МАТЕРИАЛАХ

Химия и науки о материалах являются базисом для эффективного развития всех без исключения наук естественного профиля и различных отраслей промышленности, энергетики, сельского хозяйства, медицины, экологии. Очевидно, что развитие и интенсификация исследований в этой области естествознания призваны обеспечить устойчивое социально-экономическое развитие страны в ближайшей и отдаленной перспективе.

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

1) фундаментальные основы химии;

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

3) 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;

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

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

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

В рамках перечисленных направлений осуществлялись комплексные экспериментальные и теоретические исследования, которые позволяют получать фундаментальные научные знания о химических превращениях и химических свойствах веществ, создавать новые химические процессы, технологии, перспективные материалы. Проводились исследования, сосредоточенные на разработке физико-химических основ получения композиционных, металлических, полимерных, керамических материалов, теории пластичности, прочности, синтезу фотопроводящих, фотохромных материалов; изучении самоорганизации наноструктурированных и пористых материалов и сорбентов; разработке экологически безопасных, энергоэффективных и ресурсосберегающих методов каталитической переработки природного ископаемого сырья (руды, нефть, газ, уголь и др.), обеспечивающих существенное повышение степени его использования. Разработаны подходы для осуществления направленного гидротермального синтеза алюмосиликатов со слоистой и каркасной морфологией на примере цеолитов различных структур и силикатов со структурой монтмориллонита. Определены оптимальные условия синтеза гибридных био-неорганических нанокомплексов (биконъюгатов) на основе наночастиц серебра с заданными размерами металлического ядра и биологической оболочки.

Общая стратегия развития исследований в области медицинской химии включает в себя молекулярное конструирование и направленный синтез мишень-ориентированных физиологически активных веществ с целью получения на их основе субстанций лекарственных препаратов для лечения социально-значимых заболеваний: 1) онкологических, 2) нейродегенеративных нарушений, 3) сердечно-сосудистых, 4) вирусных и воспалительных процессов. В перечисленных областях были получены значимые результаты.

Проводились исследования в области синтеза, структуры и свойств индивидуальных компонентов энергетических систем; фундаментальных аспектов процессов формирования многокомпонентных систем на основе низко- и высокомолекулярных энергетических соединений; физикохимии энергетических конденсированных систем и процессов их превращений; материаловедения композиционных энергетических систем. Продолжены систематические фундаментальные, поисковые и прикладные исследования в области синтеза, технологий получения энергонасыщенных соединений и материалов различного назначения на их основе. Большие успехи достигнуты в области создания органических преобразователей солнечной энергии нового поколения, а также органических оптических светодиодов.

Среди направлений, критически важных для устойчивого развития государства можно, в частности, выделить следующие:

- водородная энергетика и ее компоненты (могут применяться для аккумулирования энергии в транспортной инфраструктуре, коммунальном хозяйстве и различных областях производства, включая оборонные);
- аккумуляторные системы нового поколения, в том числе топливные элементы, литиевые аккумуляторы, суперконденсаторы с использованием инновационных нанодисперсных, полимерных или ультрапористых материалов (могут применяться в большинстве областей производства, включая высокотехнологичные и оборонные, в космической и добывающей отраслях, в судостроительной, автомобильной и авиационной промышленности);
- новые материалы с нанодисперсными наполнителями для дорожных покрытий с повышенной прочностью, износостойкостью и светоотражающей способностью (могут применяться при строительстве магистральных трасс общего, федерального и специального назначения для различных климатических зон);
- оптоэлектронные приборы на основе органических полупроводниковых материалов (могут применяться в телекоммуникационных технологиях, для защиты

экономической безопасности и обнаружения контрафактной продукции, в системах скрытой идентификации «свой – чужой», для защиты личного состава, а также наземных, летающих пилотируемых воздушных объектов и дронов);

- органические и гибридные ультратонкие быстродействующие сенсорные наноэлементы (могут применяться в медицинской диагностике, фармацевтической промышленности, системах контроля качества пищевых производств и различных отраслей легкой промышленности, системах антитеррористического химического и биохимического контроля и реагирования, в экологическом мониторинге природных и искусственных источников питьевой воды, в системах химической безопасности производств металлургической, нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности):

- разработка методов сборки новых функциональных и абсорбционных материалов на основе металлоорганических каркасов, высокодисперсных координационных полимеров и импрегнированных сорбентов (могут применяться для хранения, транспортировки и разделения газов, в гетерогенном катализе, в производстве топливных элементов; в производстве сенсоров для экологического мониторинга природных и искусственных источников питьевой воды, в системах химической безопасности производств металлургической, нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, в системах антитеррористического химического и биохимического контроля и реагирования; при создании специальных покрытий для военной техники);

- нелинейно-оптические материалы (могут применяться в компактных системах для экспресс-анализа в медицинской диагностике, в современных системах передачи неискаженного телевизионного сигнала, в системах быстрого и надежного оповещения о химических и биохимических террористических угрозах, для контроля производимой продукции и отсечение контрафактной продукции, снижения рисков химического загрязнения окружающей среды на производствах повышенной химической опасности);

- быстродействующие электрохромные материалы и устройства нового поколения (могут использоваться в строительстве, автомобильной, авиационной, судостроительной, оборонной промышленности, для создания дешевых энергоэффективных оконных блоков с переменным тепло- и светопропусканием; новых автомобильных зеркал заднего вида с автоматическим затемнением, обладающих повышенным рабочим ресурсом и расширенным температурным диапазоном; систем электроуправляемой адаптивной маскировки в оптическом и радиочастотном диапазонах).

Работы по этим направлениям ведутся во многих институтах, находящихся под научно-методическим руководством ОХНМ РАН.

Анализ состояния важнейших проблем химии и наук о материалах, координацию исследований, проводимых по этим проблемам; определение основных целей развития приоритетных направлений осуществляет сеть научных советов ОХНМ РАН.

Важнейшие достижения

В области химии и наук о материалах фундаментальные исследования в 2015 году осуществлялись по шести основным научным направлениям:

1) фундаментальные основы химии;

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

3) 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;

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

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

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

В рамках перечисленных направлений получены следующие результаты, которые не только имеют научное значение, но и могут найти практическое применение.

Разработан уникальный молекулярный оптический переключатель (молекулярный хамелеон), обратимое переключение которого может быть осуществлено с помощью варьирования кислотности среды или катион-индуцированной супрамолекулярной сборки. Оптическое поглощение молекулярного хамелеона находится на границе видимой и ближней ИК-областей (680-1030 нм), диапазона света наиболее перспективного для создания новых телекоммуникационных устройств, фотопреобразователей и медицинских фотосенсибилизаторов (рис. 24). (ИФХЭ РАН)

Впервые разработан метод визуализации дефектов на поверхности графеновых слоев путем томографического исследования с использованием контрастного вещества на основе наночастиц палладия. Разработанный диагностический метод всего за несколько минут позволяет найти тысячи дефектов на поверхности углеродного материала с помощью стандартного микроскопического оборудования. Томографическая диагностика графеновых слоев выявила организованные структуры дефектов на больших площадях углеродных поверхностей и позволила исследовать механизм образования ценнейших катализаторов Pd/C, востребованных в промышленности и органическом синтезе. (ИОХ РАН)

Синтезированы новые полимеры уретанового типа с энергонасыщенными диолами на основе глицидилазидов и олигомерные пластификаторы, содержащие в своей структуре эксплозофорные группировки. Исследованы их основные свойства — определена энтальпия образования, температуры структурных переходов, термодинамическая совместимость со штатными и перспективными пластификаторами и иными компонентами энергетических конденсированных систем, чувствительность к механическим воздействиям, термостабильность. Получены высокоразветвленные олигомеры на основе глицидола и впервые осуществлено их полимераналогичное нитрование (ранее подобные структуры получались только полимеризацией нитрованных спиртов). Было найдено, что при нитровании таких полиглицидолов их разветвленная структура сохраняется, при этом их энергетические и физико-механические свойства изменяются в зависимости от структуры исходного полимера (олигомера).

Разработана экологически чистая (безгалогеновая) технология синтеза азидометил-метилоксетана, являющегося мономером для синтеза перспективных энергонасыщенных полимеров и олигомеров. Дальнейшая отработка технологии будет выполняться в условиях федерального казенного предприятия «Завод имени Я. М Свердлова».

Проведен расширенный комплекс исследований энергетических систем на основе пористого и наноразмерного кремния с включением в них энергетических наполнителей и окислителей, изучена их чувствительность к механическим воздействиям. Показана возможность применения таких систем в качестве инициирующих составов.

Продолжены работы в области исследования активных термообратимых полиуретановых термоэластопластичных связующих и энергетических композиций повышенной эффективности на их основе с целью создания перспективных энергетических конденсированных систем различного назначения. Проведены предварительные испытания образцов новых смесевых твердых ракетных топлив (СТРТ) и порохов на ряде предприятий отрасли промышленности обычных вооружений, боеприпасов и спецхимии, запланированы испытания укрупненных образцов.

Разработаны уникальные промышленно-востребованные технологии формирования композиционных покрытий на сплавах алюминия, титана, магния. Покрытия обладают антикоррозионными, противоизносными и супергидрофобными свойствами, а также эффектом самовосстановления после механического повреждения поверхности. Разработки по формированию композиционных полимерсодержащих покрытий, полученных с использованием ультрадисперсного политетрафторэтилена на титановых сплавах, внедрены в виде опытно-промышленной установки на судоремонтном предприятии Дальневосточный завод «Звезда» в рамках реализации 218 постановления Правительства РФ (2015 год). Технология позволяет восстановить защитные свойства термически полученных покрытий на дорогостоящих изделиях, бывших в эксплуатации (рис. 25). (ИХ ДВО РАН)

Разработаны новые энергетические связующие и смесевые твердые ракетные топлива для РК «Булава», «Ярс-М», «Искандер», а также разрабатываются топлива для РК «Буревестник», «Циркон», «Бедуин-8» и др. Впервые созданы технологии низкотемпературного отверждения высокоэнергетических, высоконаполненных полимерных систем, решены проблемные вопросы управления продуктами горения данных топлив (рис. 26). (ИПХВ РАН)

Разработан не имеющий аналогов в мировой практике способ синтеза в углеводородной среде устойчивой к агломерации суспензии наноразмерных частиц катализатора с чрезвычайно высокой их концентрацией (~5-10% масс. в расчете на металл). На базе разработанной технологии создан опытный стенд синтеза катализатора и проведена наработка опытной партии (более 100 кг). Проведены длительные (3 месяца) успешные испытания опытной партии катализатора на пилотной установке по гидроконверсии тяжелого углеводородного сырья фирмы Шеврон Луммус Глобал в США. Синтезированные наноразмерные каталитические системы проявили уникально высокую активность в гидроконверсии вакуумного остатка российской нефти Urals, на порядок превышающую активность традиционных катализаторов. Конверсия тяжелой фракции сырья с температурой кипения выше 538^{0}С в условиях непрерывного рисайкла составила 90-93%, селективность по дистиллятным фракциям – 80%, расход катализатора не более 2000 ppm (в расчете на металл). Полученные результаты представляются весьма перспективными для создания новых прорывных технологий глубокой переработки тяжелого нефтяного сырья в продукты топливного назначения и сырье для нефтехимии. (ИНХС РАН)

Получены новые композиты состава [полимер (ПВА) – жидкий кристалл (ЖК) – углеродные нановолокна, допированные азотом (N-УНВ)]. Использование N-УНВ позволяет улучшить эксплуатационные характеристики новых композитов (увеличивается пропускание света, уменьшаются величины критического поля переориентации и время релаксации ЖК в 2 раза) по сравнению с композитами без добавки. Полученные характеристики позволяют применять новые композиты при

создании гибких экранов в дисплеях различного назначения. (ИК СО РАН, ИТ СО РАН)

Проведены результативные исследования, завершившиеся выходом на усовершенствованные аналоги противотуберкулезного препарата нового поколения (Перхлозон®), обладающие меньшей токсичностью, повышенной эффективностью и большей технологичностью синтеза. Перхлозон® создан совместно с Компанией "Фармасинтез" для лечения особо опасных форм туберкулеза, устойчивых к действию существующих противотуберкулезных лекарств. (ИрИХ СО РАН)

Разработан оригинальный алгоритм измерения количественных показателей диффузии головного мозга плода, с помощью которого получены абсолютные значения и доверительный интервал измеряемого коэффициента диффузии (ИКД) симметричных участков головного мозга здоровых плодов с 20 по 32 недели гестационного развития. Выявлена гестационная динамика изменений ИКД и его характерное распределение в каудально-краниальном направлении, которые могут служить количественными показателями гестационной зрелости различных мозговых структур плода. (МТЦ РАН)

Разработан новый, не имеющий аналогов метод создания композитных материалов на основе алюминия или свинца, содержащих до 5 мас.% углерода, равномерно распределенного в металлической матрице. В зависимости от условий синтеза установлено образование микрокристаллов (от 100 нм до 100 мкм) углерода кубической формы или пленок толщиной 1-3 монослоя внутри металлической капли при атмосферном давлении. Новый алюминий-углеродный композитный материал имеет твердость по Виккерсу в 3.5 раза выше, чем у чистого алюминия, а также более высокие значения модуля Юнга (на ~ 45%) и предела текучести (на ~ 52%) при одновременном увеличении предельного относительного удлинения при растяжении в два раза. (ИВТЭ УрО РАН)

Разработаны технологии производства сорбционных материалов и ионообменных смол, применяемых для селективного извлечения долгоживущих радионуклидов из жидких радиоактивных отходов экстремально сложного состава (в том числе содержащих морскую воду), превосходящие по своим характеристикам лучшие мировые аналоги (рис. 27). На основании разработанных технологий создано производство новых материалов в промышленном масштабе (ДВЦ «ДальРАО» – филиал ФГУП «РосРАО» Росатома РФ), что позволило совершить прорыв в решении проблем переработки ЖРО на объектах Тихоокеанского флота. Материалы также прошли успешные испытания на реальных образцах ЖРО с различных объектов атомной индустрии РФ, а также загрязненных жидких сред с территории АЭС Фукусима-1 (Япония). (ИХ ДВО РАН)

Разработан первый общий метод синтеза нового класса катализаторов – циклобутадиеновых комплексов родия. Метод основан на образовании циклобутадиенового лиганда из двух молекул алкина и последующем расширении круга соединений за счет реакции замещения арена. Работа отмечена иллюстрацией на развороте журнала Chemistry European Journal. (ИНЭОС РАН)

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Исследования современной биологии посвящены изучению и разработке проблем общей биологии и физико-химической биологии.

В проблематике общей биологии ведущие позиции занимают исследования по биологии развития, эволюционной биологии, биоразнообразию, экологии организмов и их сообществ, почвоведению и общей генетике.

В области биологии развития успешно ведутся комплексные исследования закономерностей, механизмов и эволюции таких процессов как дифференцировка,

морфогенез, регенерация, репродуктивная биология, клонирование клеток и организмов. В последние годы получены уникальные данные по особенностям дифференцировки стволовых клеток, выделенных из разных тканей и органов млекопитающих, включая человека.

Россия является одним из ведущих государств в области изучения биоразнообразия нашей планеты. В исследованиях по биоразнообразию выделяются два основных блока задач: инвентаризация таксономического и экологического разнообразия организмов, сообществ и экосистем и изучение экосистемных функций биоразнообразия, как основы сохранения баланса биосферных процессов.

Современная экология – система научных направлений исследований взаимосвязей организмов со средой обитания и влияния условий окружающей среды на популяции, сообщества и экосистемы. В настоящее время активно развиваются различные направления фундаментальной и прикладной экологии. Продолжаются работы по исследованию структурно-функциональной организации природных экосистем различных биомов, в первую очередь бореальных лесов, занимающих всю северную часть Европейской России и Сибири и играющих важную роль в регуляции газового состава атмосферы Земли. Получены новые результаты в изучении адаптаций организмов и их сообществ к разным средам обитания, в том числе к средам с экстремальными условиями. Исследуются закономерности формирования паразитарных систем.

На высоком уровне продолжаются исследования поведения, коммуникации и биосоциальности животных.

Развиваются традиционные и новые направления отечественного почвоведения, в частности, исследования классификации и географии почв, роли живых организмов в формировании почвы как среды обитания, баланса органического вещества и элементов питания растений в почвах.

В области общей генетики в настоящее время проводятся работы по изучению генофондов популяций человека, животных и растений с применением молекулярных маркеров нового поколения. Это позволяет расширить поиск новых источников генетического разнообразия и генов хозяйственно-значимых признаков растений и животных для селекционной практики. Изучается генофонд народонаселения России, что позволит прогнозировать генетико-демографические процессы и дать рекомендации по профилактике широко распространенных заболеваний на основе результатов генетических исследований.

Спектр исследований в области физико-химической биологии отражает различные уровни организации биологических систем – от биомолекул, надмолекулярных комплексов, генетического аппарата, организации клеток и межклеточных взаимодействий, выяснения механизмов воздействия факторов внешней среды на живые организмы до биохимии и физиологии микроорганизмов и растений.

Отличительной чертой современных биологических исследований является использование биоинформатики и разработка математических моделей различных процессов. Большую значимость в инновационных биотехнологических разработках имеют биоинженерные и генно-инженерные решения.

Существенная часть работ многих направлений физико-химической биологии посвящена выделению и структурно-функциональному анализу биополимеров (белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды) и низкомолекулярных биорегуляторов на основе развития методических подходов к эффективному выделению новых природных веществ любого класса и быстрому установлению их химической структуры. Выявление полных наборов молекулярных компонентов биологического образца позволит перейти от изучения функций отдельных веществ, поисков их биологических мишеней и установления механизмов действия к анализу сетей взаимодействия всех компонентов системы метаболизма.

Совершенствование методов секвенирования создало возможность экспресс-анализа полных структур геномов множества живых организмов. Развитие исследований роли эпигенетических факторов, так называемых малых РНК и мобильных элементов, позволит достичь более полного понимания систем регуляции процессов клеточной дифференцировки и выявить множество новых мишеней для терапевтического и диагностического медицинского использования.

Исследование сетевых взаимодействий, динамических меняющихся от клетки к клетке и в каждой данной клетке при изменении условий окружающей среды, является в настоящее время одной из главных составляющих молекулярной генетики наряду с изучением молекулярно-доменной организация ядра и роли экстрахромосомных структур в регуляции репликации, репарации, экспрессии генов и экспорта РНК.

Актуальными задачами в области клеточной биологии являются выяснение роли активации и трансактивации сигнальных рецепторных путей, запускающих экспрессию генов, ответственных за пролиферацию, дифференцировку и апоптоз клеток, а также раскрытие механизмов межклеточной сигнализации, значения динамики внутриклеточных структур (цитоскелет, эндосомы, аппарат Гольджи, протеасомы) в обеспечении клеточных функций. Большое внимание уделяется проблеме получения стабильных линий стволовых клеток человека, способных к тканеспецифической дифференцировке, созданию банков стволовых клеток, тканевой инженерии на основе культур клеток и биосовместимых материалов (конструирование аналогов ткани и органов), разработке новых методов преодоления гистонесовместимости.

Следует ожидать кардинальных изменений в технических средствах исследования клетки, в том числе по развитию принципиально новых средств зондирования внутриклеточных процессов в их пространственно-временной организации.

Исследования в области биофизики, радиобиологии и математического моделирования биологических структур и процессов охватывают широкий круг проблем. К ним, в частности, относятся изучение механизмов нелинейных явлений в биологических системах различного уровня организации, теоретические и экспериментальные исследования образования пространственной структуры белков, раскрытие молекулярных механизмов мышечного сокращения и немышечных форм подвижности, разработка методов криоконсервации биологических объектов, обеспечивающих сохранение жизнеспособности сложных многоклеточных систем и многие другие. Большую значимость имеет установление закономерностей, описывающих влияние физических факторов внешней среды (магнитных и электромагнитных полей, света, звука, гравитации) на состояние биологических систем.

Особая роль принадлежит установление механизмов действия на генетический аппарат клеток ионизирующих излучений в низких и высоких дозах, в том числе механизмов хронического действия, и разработке фундаментальных основ создания радиопротекторов нового поколения.

Одними из важнейших направлений развития биологии являются математическое моделирование и биоинформатика, и роль их со временем будет только возрастать. Создание компьютерных моделей прокариотических и эукариотических клеток, отображающих иерархию внутриклеточных процессов от уровня наноструктур до клетки в целом, позволит проводить инженерные расчеты функционирования и модификации живых клеток. Совместное моделирование метаболических и генетических сетей станет основой описания математическими методами организма как целого. При этом основными направлениями развития биоинформатики будут геномика, транскриптомика, протеомика и метаболомика.

Большой объем исследований посвящен изучению разнообразия и идентификации новых штаммов микроорганизмов в различных регионах и средах обитания: в водной толще Черного моря, подлёдного озера Унтерзее (Восточная Антарктида) и ручейной воды из зоны таянья вечной мерзлоты Мамонтовой горы (Центральная Якутия), на объектах Дубненского болотного массива Московской области, содового озера Танатар III (Алтай), заполярной тундры окрестностей Воркуты и Чукотки.

Составлена коллекция термотолерантных бактерий-нефтедеструкторов, выделенных из грунтовых и водных образцов, отобранных на территориях России, Беларуси и Казахстана.

Исследованы микроорганизмы подземных вод, отобранные в районе расположения озера-болота Карачай (”ПО ”Маяк”). Полученные результаты способствуют выяснению роли микроорганизмов в миграции радионуклидов в этой новой подземной техногенной экосистеме.

Современные метода анализа геномов позволяют осуществлять анализ микробных сообществ, обитающих в определенной экологической нише, без их выделения и культивирования. Это направления получило название метагеномики. Открывается перспективы, в частности, выявления микроорганизмов, сосуществующих с человеком (микробиома человека) и играющих важную роль в его жизнедеятельности в норме и патологиях.

В области биохимии и физиологии растений многие исследования посвящены разработке фундаментальных основ регуляции и интеграции физиологических процессов в растительных системах различного уровня сложности в ходе онтогенеза и адаптации. Следует отметить, в частности, исследование физиологии, биохимии и экологии фотосинтеза, дыхания и фиксации азота как теоретической основы продукционного процесса. Важную роль играет установление механизмов взаимодействия различных систем передачи сигналов в растительную клетку, биохимических процессов в растении, связанных с регуляцией роста, покоя, созревания и иммунитета.

Насущной проблемой является изучение молекулярных и физиологических механизмов адаптации, выживания и повреждения растений в связи с экологическими стрессами, техногенными катастрофами и глобальными биосферными явлениями. Не менее значимо также выяснение молекулярно-генетических механизмов взаимодействий патогенных, симбиотических и ассоциативных микроорганизмов с растениями как основы для развития эффективных современных генно-инженерных, экологических, аграрных и иных биотехнологий.

Значительная часть названных выше направлений исследований уже имеет или в будущем может иметь практически значимые выходы в виде многообразных биотехнологий на основе соединений различной химической природы, микроорганизмов, растений и животных. Спектр биотехнологий весьма широк, и проблемы развития биотехнологии нашли свое отражение в ряде правительственных документов.

Наряду с успешным развитием названных направлений на фоне мировой науки очевидно отставание по ряду разделов биологии, что связано с нехваткой финансирования и кадров. Практически все области биологии в настоящее время переживают сложный период смены поколений, ухода лидеров, снижения притока молодых кадров, реорганизации структуры и сокращения численности сотрудников институтов, старения существующего и отсутствия современного приборного оборудования, резкого сворачивания стационарных и экспедиционных работ, а также исследований биосферных процессов.

Важнейшие достижения

1. Разработаны и реализованы на примере крупных регионов России принципы геоботанического районирования. Издана актуальная схема геоботанического районирования Европейской России, уточнено зональное деление растительности Западной Сибири. Пересмотрено ботанико-географическое положение и дана новая трактовка таких сложных категорий, как «лесотундра», «подтайга», «лесостепь» и «полупустыня». Первые две подчинены таежной зоне, «лесостепь» представляет собой самостоятельную зону, «полупустыня» – южную подзону степной зоны (рис. 28). (БИН РАН)

2. Расширено представление о понятии гомологии в растительном мире. Высказано предположение, что гомологии между разными типами клеток одного организма определяются общностью эволюционного происхождения морфогенетической программы развития, присущей каждому из этих типов клеток и определяющей их морфогенетические потенции. Определена роль стволовых клеток растений в переключении морфогенетических программ развития. На основе детального анализа различных путей морфогенеза выявлено значительное сходство инициальных клеток эмбриоидов с инициалью полового зародыша – зиготой. Показано, что и зигота, и инициальные клетки эмбриоидов обладают уникальными свойствами стволовых клеток – тотипотентнос-тью и стволовостью, анализ которых позволил рассмотреть целостность формообразовательных и репродуктивных процессов на всех стадиях жизненного цикла. (БИН РАН)

3. Осуществлена монографическая обработка мезозойского рода хвойных Sciadopityoides (Miroviaceae) в полном объеме. На современном уровне с применением методов сканирующей электронной и конфокальной микроскопии проведена ревизия структурных признаков листьев, систематизированы диагностические признаки их эпидермального строения. Установлена идентичность листьев вида Sciadopitys swetlanae из альбских отложений бассейна реки Хатанга (Восточная Сибирь) листьям Sciadopityoides brevifolia. Выявлено, что листья Sciadopityoides arctica (отложения бассейна реки Анабар) не отличаются от листьев S. crameri из альба Западной Гренландии. На основании полученных данных уточнен таксономический состав рода, включающий 8 видов. Приведены данные о географическом и стратиграфическом распространении этих видов. (БИН РАН)

4. Издана монография Е.В. Голосовой «Сады и парки дельты реки Янцзы». Монография посвящена искусству создания садов в нижнем течении реки Янцзы (Цзяннань), южном очаге китайской цивилизации. Рассмотрены исторические и философские основы садового искусства и их связь с живописью, а также принципы работы с камнем и растениями. Отдельно рассмотрены древние сады и современные парки региона, особенности их планировки и история создания. (ГБС РАН)

5. С помощью иммуногистохимических методов и конфокальной лазерной микроскопии получены принципиально новые данные по организации редких микроскопических морских червей – Nemertodermatida, представляющих собой самых ранних в эволюционном плане из сохранившихся ныне билатеральных животных. Показано, что их нервная система характеризуется большим разнообразием типов организации и не имеет единого плана строения, что говорит о ее высокой морфологической пластичности. Прослежены основные направления эволюции нервной системы этих животных и описан уникальный орган, способный выпячиваться наружу как метелка и состоящий из укрепленных микротрубочками протоков особых желез. Предполагается, что «метельчатый» орган может использоваться при захватывании пищи. (ЗИН РАН)

6. Выявлены основные направления, общие закономерности, особенности и параллелизмы развития обонятельной и зрительной систем, а также связанных с ними

интегративных отделов мозга у брюхоногих моллюсков. Показано, что у брюхоногих, как и у позвоночных, глаза и обонятельные органы располагаются в непосредственной близости друг от друга, что является нехарактерным для других животных. Установлено, что у наземных брюхоногих в связи с высоким развитием обоняния формируются новые отделы мозга, имеющие экранный тип строения, характерный для коры больших полушарий мозга позвоночных, зрительных центров насекомых и головоногих (рис. 29). Это показывает возможность возникновения экранных центров мозга в ходе эволюции не только на основе зрительной, но и на основе обонятельной системы при условии, что последняя становиться ведущей сенсорной системой для ориентации животного в пространстве. Полученные данные заставляют пересмотреть сложившиеся представления об эволюции высших интегративных центров мозга животных и раскрывают возможности процеребрумов моллюсков как перспективной модели для изучения не только механизмов кодирования и обработки обонятельной информации, но и для выяснения организации высших интегративных отделов мозга и их вклада в формирование адаптивного поведения у животных. (ЗИН РАН)

7. С современных позиций биогеоценологии рассмотрены леса важнейшей для России породы – сосны обыкновенной Pinus sylvestris L., даны современные представления о её морфологических и эколого-биологических особенностях. На основе многолетних экспедиционных и стационарных исследований в разных регионах, многочисленных литературных источников охарактеризованы основные компоненты сосновых лесов: растительность, фауна, мико- и микробиота, почва, фитоклимат. Монография продолжает пятитомную серию монографий (рис. 30) «Хвойные леса России» (2002-2012 гг.). (ИЛАН РАН)

8. Проведено полногеномное секвенирование 31 современного образца (из популяций американских индейцев, Сибири и Океании) и 23 древних образцов. Подтверждено, что все коренные популяции Америки являются потомками одной основной миграции из Сибири. Эта миграция генетически датирована около 23 тыс. лет назад; при этом возраст отделение ветви индейцев на-дене оказывается не моложе чем основной массы америндов, что не подтверждает гипотезу второй, более поздней миграции предков на-дене. При этом третья предполагавшаяся миграция (эскимосская) полностью подтверждается и по новым данным. Время разделения североамериканской и южноамериканской метапопуляций оценено в 13 тыс. лет. Показан дополнительный слабый поток генов из Азии, который мог проходить по Алеутским островам. Эти результаты опубликованы в Science. (ИОГЕН РАН)

9. В 2015 нами была апробирована и оптимизирована новая методология приготовления генетического материала для работы с древним материалом плохой сохранности на основе одноцепочечной ДНК. В результате нами впервые реконструированы геномные последовательности ДНК вымершего животного – Стеллеровой коровы. (ИОГЕН РАН)

10. Создана лекарственная форма антитела растительного происхождения для лечения рака молочной железы. Доказано, что антитело, полученное в N. benthamiana, является полностью функциональным и способно узнавать опухолевую специфичность клеток. (ИОГЕН РАН)

11. Опубликованная монография «Ископаемые рептилии и птицы. Часть 3» продолжает серию справочников монографического типа «Ископаемые позвоночные России и сопредельных стран». Книга содержит ревизию всех ископаемых крокодилов, хористодер и птиц в границах бывшего СССР и Монголии. В значительной степени пересмотрены систематическое положение, диагнозы и распространение таксонов, описанных с начала XX в. Рассмотрены вопросы происхождения птиц, отмечены основные этапы становления их современного разнообразия. Предложена система птиц, впервые включающая не только современные, но и все ископаемые (более 100) семейства и учитывающая новейшие достижения палеорнитологии и филогенетической

систематики. Разработана первая полная русскоязычная номенклатура скелета птиц, позволяющая унифицировать сравнительно-морфологические и палеонтологические исследования на птицах. (ПИН РАН)

12. На примере амурского тигра, занесенного в Красную книгу РФ, разработана технология реабилитации тигрят-сирот. Построен специальный Центр реабилитации, в открытии которого принимал участие Президент РФ В.В. Путин. Технология основана на изучении онтогенеза поведения детенышей и заключается в выработке у тигрят-сирот комплекса навыков жизни в дикой природе (проявление видоспецифичного социального и охотничьего поведения, избегание человека). Эффективность технологии подтверждена успешной адаптацией возвращенных в природу тигрят и рождением одной из выпущенных самок двух тигрят. Технология может быть применена для восстановления популяций других крупных кошек с использованием детенышей, рожденных в неволе. (ИПЭЭ РАН)

13. На основании результатов экспериментальных и модельных исследований выполнена оценка влияния глобального океано-атмосферного явления "Эль-Ниньо – Южное колебание" на межгодовую изменчивость продуктивности и испарения влажных тропических лесов. Показано, что вопреки существующим представлениям, изменение температуры и осадков в период кульминации Эль-Ниньо не оказывает влияния на поглощение CO2 и испарение тропическими лесами. (ИПЭЭ РАН)

14. Установлено, что чужеродные виды гидробионтов (зоопланктонные организмы понто-каспиского комплекса) Нижней и Средней Волги, несмотря на заметную флуктуацию численности, расширяют свое присутствие в экосистеме и создают новые пищевые цепи, достигая в отдельные годы до 50% общей биомассы. Увеличение численности рыб-вселенцев того же комплекса обусловлено не устойчивостью их к возрастающему антропогенному загрязнению водной среды, а наличием свободных трофических ниш и обширных нерестовых участков в водохранилищах. В среднем, доля видов-вселенцев в теплый период года в биомассе зоопланктона составила 36%.

Увеличение численности понто-каспийских вселенцев у рыб осуществляется на фоне усиливающего ухудшения качества водных масс, которые обуславливают появление у них различных патологий органов и тканей. Существенно преобладали особи, в кровяном русле которых наблюдалось две и более патологии эритроцитов. Встречаемость таких рыб варьировала от 50,0% до 83,8%. Количество особей, без патологий эритроцитов, не превышало 24,3%. Увеличение численности рыб вселенцев в водоемах Нижней и Средней Волги обусловлено не их большей устойчивостью к антропогенному загрязнению водной среды, а наличием свободных трофических ниш и обширных нерестовых участков. (ИЭВБ РАН)

15. Разработан автоматизированный метод диагностики и картографирования нарушений лесов на уровне субъектов РФ по временным сериям мультиспектральных спутниковых изображений высокого пространственного разрешения. Метод предусматривает выявление лесных участков с признаками нарушений, вызванных природными и антропогенными деструктивными воздействиями, на основе разновременных изображений. С целью выявления причин нарушений выполняется локально-адаптивная классификация спутниковых изображений по эталонам. С использованием метода построена тематическая карта доминирующих видов нарушений (гари, усыхания от массового размножения короеда-типографа, вырубки, ветровалы и нарушения в стадии зарастания) в лесах субъектов Центрального федерального округа (ЦФО). Впервые проведена оценка масштабов (площади) нарушений лесов по субъектам ЦФО за период с 2010 по 2014 годы. (ЦЭПЛ РАН)

16. Впервые выявлены закономерности формирования органопрофилей почв в условиях Северо-Запада России, дан сравнительный анализ интенсивности аккумуляции и трансформации органического вещества почв в экологических системах

разного уровня. На основе детального изучения морфологического строения лесных подстилок, мощности органопофиля в целом, распределения органического вещества по профилю, его биохимических свойств и запасов разработана классификация органопрофилей почв региона на типовом и подтиповом уровне. Созданы средне- и крупномасштабные карты распространения органопрофилей почв, а также карты запасов органического вещества в лесных подстилках и метровой почвенной толще, позволившие более точно оценить вклад лесных почв в региональный баланс углерода. (ИЛ КарНЦ РАН)

17. На основании новейших экспедиционных данных установлено, что на континентальном склоне северо-восточной Гренландии (широта 74–77° с.ш.) происходит расселение атлантической трески, окуня-клювача и мойвы, что указывает на начало «бореализации» данного арктического района. Ранее эти виды встречались в среднем на 1000 км южнее (рис. 31). (ММБИ КНЦ РАН)

18. Показано, что для формирования устойчивого растительного покрова на техногенных пустошах Арктики в качестве мелиорантов можно использовать серпентинсодержащие отходы обогащения флогопитовых руд, оптимизирующие pH, снижающие подвижность тяжелых металлов и повышающие питательный статус токсичных грунтов. (ПАБСИ, ИХТРЭМС КНЦ РАН, ГИ КНЦ РАН, Петр ГУ)

19. Показано, что спорообразующая термофильная бактерия Termoanaerobakter siderophilus сохранила жизнеспособность после прохождения атмосферы Земли внутри искусственного метеорита, зафиксированного на поверхности спутника Фотон-М4. Жизнеспособные клетки были обнаружены в 4 из 24 лунок, в которые была внесена культура этого микроорганизма. Идентичность штамма была подтверждена анализом последовательности гена 16s РНК и физиологическими тестами. Это первое свидетельство выживания живого объекта внутри искусственного метеорита после перехода с орбиты в атмосферу Земли со скоростью, близкой к скоростям природных метеоритов. (ИНБ ФИЦ Биотехнологии РАН)

20. Расшифрованы и изучены геномы 2-х штаммов бактерий Acinetobakterlwoffii, выделенных из регионов вечной мерзлоты возрастом от 1,6 до 3 млн. лет. Проведен анализ биоразнообразия микроорганизмов в образце вечномерзлотного грунта, отобранного в районе Мамонтовой горы (Якутия). В геномах «древних» бактерий обнаружены гены устойчивости к антибиотикам, тяжелым металлам и мобильные элементы. В геномах выявлены также бактериофаги, интегрированные в хромосому, и бактериофаги в репликативной форме (в виде кольцевых плазмид). (ИНБ ФИЦ Биотехнологии РАН).

21. Разработана система экспрессии в растениях кандидатной противогриппозной вакцины широкого действия, предназначенной для интраназального введения. (ИБГ РАН)

22. Предложена оригинальная телемедицинская технология наблюдения внутрисердечной гемодинамики плода и протекания беременности. Возможность автоматического предсказания осложнений беременности с начала второго триместра гарантирует раннюю диагностику заболеваний плода; своевременность терапевтического вмешательства; предотвращение тяжелых осложнений и снижение пренатальной заболеваемости. (ИБП РАН)

23. Создана и зарегистрирована как НОУ-ХАУ «Методика картографического моделирования и качественной оценки литодинамической ситуации для объектов архитектуры и градостроения».

Экспериментально выявлены закономерности расположения месторождений углеводородов относительно литодинамических потоков, отображенных с помощью пластики рельефа.

Исследована картографически и отображена серией тематических карт территория Крымского полуострова и акватории Азовского моря с целью обнаружения резервуаров пресной воды. (ИБП РАН)

24. В сотрудничестве с ветеринарным отделением Онкологического института им. Герцена проведено испытание противоопухолевой активности вируса Синдай. Установлено, что внутриопухолевое введение вируса вызывает эффективное уничтожение опухолевых клеток при мастоцитомах, что сопровождается стойкими ремиссиями заболевания. (ИМБ РАН)

25. Выявлено более ста индуцируемых транс-ретиноевой кислотой (ATRA-регулируемых) генов человека, экспрессия которых значительно повышается или снижается при колоректальном раке и раке желудка. Примерно одна треть из этих генов содержит сайты связывания с комплексом ATRA и рецепторами ретиноидов. Отобрано 20 генов, представляющих наибольший интерес для дальнейшего изучения в качестве диагностических и прогностических маркеров. (ИМБ РАН)

26. Синтезированы 12 ациклических 5-фосфонатных производных тимидина. Испытания активности в клеточных культурах показали, что соединения проявляют активность против вирусов иммунодефицита человека, герпеса и гепатита С. Токсичность полученных фосфонатных аналогов ниже по сравнению с известным ингибитором ВИЧ аденовиром (PMEA), применяемым в клинике. (ИМБ РАН)

27. Создан вариант универсального биочипа, содержащего 60 элементов с индивидуальными олигонуклеотидами для идентификации 22 видов культурных растений с одновременным определением детерминант трансгенности. (ИМБ РАН)

28. Получены два экспериментальных тканеинженерных клеточных продукта, предназначенных для лечения поврежденных тканей: 1. Пористая политетрафторэтиленовая мембрана с дермальными фибробластами для трансплантации на поврежденную роговицу глаза и 2. Тканеинженерная конструкция на основе полилактида и фиброина шелка, заселенная аллогенными мезенхимными стволовыми клетками костного мозга для восстановления ткани мочевого пузыря. Экспериментальные доклинические исследования показали эффективность тканеинженерных конструкций. (ИНЦ РАН)

29. С помощью метода РНК-интерференции получено прямое доказательство того, что снижение транскрипции гена stc в нервной системе и в эмбрионах Drosophila melanogaster может приводить к увеличению продолжительности жизни. Полученный результат свидетельствует о значении эмбриональной экспрессии нейрональных транскрипционных факторов в контроле продолжительности жизни взрослого организма. (ИМГ РАН)

30. В лесных фитоценозах российского Дальнего Востока выделено 446 основных видов грибов из разных систематических групп базидиомицетов. Даны их описания, встречаемость, субстратная принадлежность и оригинальные цветные фотографии. Указаны съедобные, ядовитые и лекарственные свойства грибов. Отмечены редкие виды, внесенные в региональные, общероссийские и международные Красные книги. (БПИ ДВО РАН)

31. Впервые в моллюсках дальневосточных морей РФ определен состав токсинов, их вклад в общую токсичность и установлен организм-продуцент токсинов. Получены новые знания о составе, динамике и локализации диаретических (липофильных) токсинов в моллюсках. Выявлено, что токсины в модифицированном виде могут содержаться не только в пищеварительной железе моллюсков, но и в других органах, которые употребляются в пищу. Результаты важны для прогнозирования и контроля содержания фикотоксинов в продуктах морского происхождения в целях обеспечения пищевой безопасности населения на территории РФ. (ИБМ ДВО РАН)

32. Проведён таксономический анализ фауны панцирных клещей (Oribatida) Дальнего Востока России, включающей 596 видов и подвидов из 228 родов и 84

семейств. Дан краткий обзор истории изучения орибатид, рассмотрены биогеографические связи и возможные пути становления фауны региона. Приведены данные о более чем 230 местообитаниях орибатид от Чукотки до Приморского края. (ИВЭП ДВО РАН).

33. Впервые опубликован конспект флоры севера Дальнего Востока России. Полный список сосудистых растений региона включает 2090 видов, относящихся к 511 родам и 110 семействам. Охарактеризованы самые распространенные растительные комплексы. Представлены карты ареалов видов ценозообразователей, цифровая модель региональной карты растительности, схемы флористического и геоботанического районирований, зонального деления территории. Полученные данные являются научной основой для рационального использования растительных ресурсов и охраны биологического разнообразия в регионе. (ИБПС ДВО РАН)

34. В рамках выполнения исследований в области биотехнологии с помощью механохимических методов создан комплексный препарат, включающий биоактивные вещества из слоевищ лишайников рода Cladonia, листьев брусники и толокнянки.

Его клинические испытания показали повышенную эффективность при коррекции метаболических нарушений, вызванных сахарным диабетом второго типа (СД2): 1) постепенное снижение уровня глюкозы крови практически до верхних границ нормы; 2) стойкое пролонгированное снижение уровня гликированного гемоглобина до верхних границ нормы. **(**ИБПК СО РАН)

35. Ученые ИБФ СО РАН совместно с коллегами из ИБХ РАН и Японии раскрыли механизм биолюминесценции высших грибов. В результате исследования установлены структура нового уникального люциферина — 3-гидроксигиспидина — и путь его биосинтеза из предшественника, а также получены данные, подтверждающие единый биохимический механизм грибной биолюминесценции. Схема грибной биолюминесценции включает два субстрата — предлюциферин (гиспидин) и люциферин (3-гидроксигиспидин) — и два фермента: гидроксилаза преобразует предлюциферин в люциферин, а люцифераза окисляет его с испусканием кванта света. В перспективе расшифрованные вещества могут использоваться как светящиеся метки в экологии и медицине. (ИБФ СО РАН)

36. Показана возможность проведения дендрохронологической оценки динамики растительных сообществ в тундровых экосистемах Арктики, расположенных значительно севернее границы распространения деревьев. Обнаружена зависимость процессов возобновления кустарничков от температуры воздуха для всего циркумполярного пояса Северного полушария, что подразумевает быстрое продвижение тундровой растительности на север в случае дальнейшего повышения температуры. Полученные данные о длительности жизни тундровой растительности высоко актуальны при модельных расчетах скорости расширения тундровых сообществ и увеличения депонирующей способности углерода северными экосистемами. (ИЛ СО РАН)

37. В 2015 г. продолжено изучение экологического кризиса в мелководной зоне оз. Байкал, начавшегося в 2011 г. Проведено 13 экспедиций, из них 5 кругобайкальских. Исследовано развитие нитчатой водоросли р. *Spirogyra* и других бентосных водорослей на значительной части мелководной зоны Байкала от зоны заплеска до глубин 25-50 м. Эвтрофикация мелководной зоны продолжается, в массовом масштабе размножились водоросли р. *Spirogyra*, рода *Ulothrix*, некоторые бентосные зеленые водоросли. Бурный рост этих водорослей происходит по всему периметру Байкала на участках, примыкающих к очистным сооружениям, к поселкам и к объектам рекреации (рис. 32). В 2014-2015 гг. произошла массовая гибель эндемичных байкальских губок рода *Lubomirskia baicalensis*. Замечено интенсивное развитие цианобактерий, как на погибших губках, так и на грунте. В некоторых из цианобактерий обнаружены токсины, опасные для жизни и здоровья людей и участвующие в их продукции гены.

Токсины обнаружены как методом масс-спектрометрии, так и методом иммуноферментного анализа. Наиболее вероятной причиной кризиса является неконтролируемое развитие туризма и размещение объектов рекреации вблизи кромки воды. Указанные объекты являются источниками поступления в мелководную зону Байкала избыточных количеств биогенных элементов. (ЛИН СО РАН)

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Физиология является фундаментом медицины. Успехи медицины в значительной мере были обусловлены накоплением новых знаний о функциях организма человека и животных. В современной жизни роль физиологии возрастает. Борьба с распространенными недугами, выводящими из строя подчас значительную часть населения, требует точного и оперативного знания о механизмах и особенностях функционирования каждого элемента организма человека. Для того, чтобы помочь больному вернуть здоровье, надо хорошо знать норму и возможные механизмы отклонения от нее на всех этапах жизни человека.

Молекулярная и клеточная физиология.

Прогресс медико-биологических исследований обусловлен развитием и внедрением методических подходов, основанных на достижениях молекулярной биологии, генной инженерии, биоинформатики и др. Внедрение этих технологий в традиционные области физиологии обеспечит прогресс медико-биологических исследований. Развитие протеомики, геномики, метаболомики и возможно аналогичного направления в области физиологии, а также расширение исследований с помощью «on-chip» технологий представляет интерес для разработки проблем экспериментальной физиологии, клинической физиологии и медицины, существенно для регенеративной медицины и скрининга фармакологических препаратов. Для изучения новых препаратов и их цитотоксичности будут использованы тканевые модели, созданные на базе «*on-chip*» технологий, идентификация «молекулярных мишеней» для лечения онкологических заболеваний, разработки индивидуальных средств «биотерапии», большее значение приобретет изучение механизмов эпигенетической модификации.

Увеличение разрешения методов изучения структурны, развитие электронной криотомографии клеток и белков, данные о рентгеноструктуре белков и внутриклеточных органелл приведут к глубокому пониманию взаимодействия молекул регуляторов и объектов регуляции.

Физиология висцеральных систем.

Ключевое значение в исследования состояния кровеносной системы, систем пищеварения, дыхания, выделения лежит выяснение молекулярных и клеточных механизмов функционирования всей системы, а не только отдельно взятых молекул или клеток органа и ткани, важна и взаимозависимость с другими структурами организма. Основные тенденции таких исследований – использование методов «выключения» или «регулируемой» экспрессии определенных генов в культивируемых клетках, а также нокаут генов.

Физиология сенсорных систем.

Проблемы физиологии зрения, слуха, обонянии и др. состоят в расшифровке субмолекулярных и молекулярных механизмов трансдукции внешнего сигнала в физиологический стимул, проникновение в механизмы обработки информации на всех уровнях сенсорных систем, опознания сенсорного образа. Эти фундаментальные знания будут основой создания принципиально новых методов диагностики, лечения, протезирования и профилактики наследственных и приобретенных заболеваний.

Физиология движений, физиологии труда и спорта.

Исследования когнитивных процессов и механизмов пластичности мозга, развитие новых технологий открывают возможности разработки средств реабилитации и протезирования: роботизированные устройства, управляемые системами, использующими интерфейс «мозг – компьютер»; мультимодальные сенсорные комплексы, воспроизводящие виртуальную реальность, всевозможные экзоскелетоны. Совершенствование технологий создаст условия для обучения пациентов двигательным актам, появления способности к самостоятельным активным движениям, возвращения возможности передвижения тем, кто прикован к инвалидным коляскам. Перечисленные выше направления исследований, развитие новых технологических подходов требуют интенсификации работ в области физиологии движений, гравитационной физиологии, биомеханики.

Физиология экстремальных состояний, экологической, эволюционной, космической и подводной физиологии.

Стратегической задачей физиологии этих направлений физиологии будет проведение исследований, направленных на сохранение высокой работоспособности человека при обеспечении его безопасности в труднейших и опасных для жизни условиях. Эти работы имеют значение для защиты национальных интересов при освоении космоса, мирового океана, полярных регионов, высокогорья.

Актуальность такой стратегии развития науки будет возрастать. Исходя из концепции универсальности системных реакций организма на качественно различные факторы внешней среды, представляется важным в ближайшие 15 лет сконцентрировать усилия на решении следующих научных и прикладных проблем:

1. Исследование физиологические механизмы реакций при адаптации и дезадаптации организма к экстремальным факторам среды обитания в экстремальных условиях профессиональной деятельности.
2. Изучение механизмов обеспечения индивидуальной устойчивости к воздействию экстремальных факторов внешней среды.
3. Анализ функциональных резервов и поиск путей их оптимизации для обеспечения гомеостаза организма человека и животных при воздействии измененных факторов внешней среды.
4. Медико-биологическое обоснование разработки новых перспективных средств и методов жизнеобеспечения и управления адаптационными реакциями человека в экстремальных условиях.
5. Совершенствование путей обеспечения биобезопасности при длительном пребывании человека в герметически замкнутых объектах.
6. Исследование физиологических механизмов комбинированного воздействия на организм экстремальных физических, химических, радиационных и биологических факторов в различных сочетаниях и экспозициях. Нормирование допустимых уровней изолированного и комбинированного воздействия на организм экстремальных факторов.
7. Разработка физиологических, психологических критериев отбора для профессиональной деятельности в экстремальных условиях.
8. Исследование системных реакций организма человека в условиях моделирования пилотируемых полетов на Марс и Луну, совершенствование средств и методов медицинского обеспечения межпланетных полетов человека.
9. Совершенствование искусственных замкнутых экологических систем для обеспечения нормальной деятельности человека и изучения антропогенных воздействий на различные звенья экосистемы.

Исследования в области эволюционной и экологической физиологии приобретают особое значение для выяснения механизмов решения физиологических

проблем адаптации на основе фундаментальных законов природы и механизмов, отобранных в течение миллионов лет естественного отбора.

Физиология высших функций мозга.

Следует ожидать прогресса в разработке теории и методологии управления функциями нервной системы, выяснение фило – и онтогенетического формирования механизмов памяти, обучения и поведения с использованием методов молекулярной физиологии. Актуален раздел нейронаук, связанный с раскрытием центральных механизмов организации и регуляции движений, формировании этих систем в историческом и индивидуальном развитии, особенностей при обучении, патологии, в экстремальных ситуациях. Будут развиваться исследования молекулярных механизмов нейро-дегенеративных заболеваний, различных форм деменции на моделях позвоночных животных.

Важнейшие достижения

1. Разработана новая технология восстановления моторного контроля после паралича у человека и животных на основе неинвазивной стратегии стимуляции спинного мозга, способной модулировать физиологическое состояние поврежденного спинного мозга. Показано, что чрескожная стимуляция спинного мозга может реактивировать нейронные локомоторные сети и облегчать выполнение произвольных движений у пациентов с полным моторным поражением спинного мозга. Созданы мягкие имплантаты с электродами для регистрации и стимуляции нейронов, а также микроканалы для инъекций. Показано, что комплексная стимуляция спинного мозга с помощью имплантатов восстанавливает локомоторную функцию у парализованных животных. Разработанные технологии открывают новые возможности для фундаментальных исследований механизмов регуляции движений и для использования их в двигательной нейрореабилитации (рис. 33). (ИФ РАН**)**

2. В опытах *ex vivo* изучено влияние эмоционально-стрессовых воздействий при коррекции афобазолом на связывание селективного агониста *Sigmar1* [^{3}H](+)-пентазоцина в P2 и P3 фракциях головного мозга мышей с разными фенотипами эмоционально-стрессовой реакции. Установлено, что афобазол в анксиолитической дозе 5 мг/кг повышал специфическое связывание [^{3}H](+)-пентазоцина в P2 и P3 фракциях головного мозга мышей в условиях эмоционально-стрессового воздействия (хэндлинг, освещенное открытое поле) (рис. 34). Выявленное увеличение специфического связывания согласуется с перераспределением рецепторов в мембранных фракциях в результате взаимодействия Sigmar1 с агонистами. (НИИ фармакологии им. В.В. Закусова)

3. Результаты эксперимента «Трактография» с участием четырех космонавтов показали, что после 6-месячного космического полета топография и амплитуда корковой активности, регистрируемой при механической стимуляции опорных зон стоп в режиме локомоций (75 шаг/мин, 40 кПа) до полета, существенно изменяется. В ранние сроки после завершения полета (8 дней) не выявляются зоны активации в моторных и сенсомоторных областях коры, четко наблюдающиеся в контроле. Через полгода после завершения полета картина кортикальных локомоторных проекций полностью восстанавливается, свидетельствуя об обратимости выявленных в ранние сроки изменений. Полученные данные указывают на участие коры головного мозга в реорганизации деятельности систем управления локомоторными движениями, обусловливаемой длительным пребыванием в невесомости (рис. 35). (ГНЦ РФ ИМБП РАН)

4. «Золотым стандартом» ранней диагностики прогрессии церебральных опухолей является позитронно-эмиссионная томография с 11С-метионином, широкая

доступность которой проблематична (малое количество ПЭТ-центров в России, высокая стоимость, дополнительная лучевая нагрузка на пациента).

Впервые в качестве критерия для диагностики прогрессии опухолей использован метод определения уровня экспрессии микроРНК-21 в образцах слюны или крови. Метод показал высокую специфичность к определению развития опухоли. Развитие метода открывает новые перспективы в ранней диагностике и мониторинге церебральных опухолей (рис. 36). (ИМЧ РАН)

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

Медицина и здравоохранение – динамично развивающиеся наукоёмкие отрасли, постоянно сталкивающиеся с новыми вызовами.

Высокая интенсивность жизни, рост количества неблагоприятных факторов внешней среды, дистресс и активное перемещение людей ставят перед практическим здравоохранением и медицинской наукой всё более жёсткие требования, связанные с быстрым реагированием на вызовы и с соответствием уровня медицинской помощи (развитая персонализированная и высокотехнологичная помощь) установившимся требованиям к высокому качеству жизни.

Современные экономические условия диктуют необходимость ускорения процесса трансфера результатов фундаментальных и поисковых исследований в медицине и смежных областях в практическое здравоохранение.

Область знаний, необходимая для решения поставленных задач, приведёт к сращиванию медицинского, биомедицинского, биохимического и фармацевтического секторов науки.

Прогноз развития клинической медицины. Сохранится приоритет в исследованиях, направленных на борьбу с социально-значимыми заболеваниями, совершенствование методик реабилитации, развитие активного долголетия, персонализированной медицины, возможность компенсировать утраченную функцию организма, части его или органа.

Приоритетными направлениями, которые соответствуют мировым трендам, являются:

- молекулярная биология;
- создание искусственных тканей и органов (бионика);
- тканевая инженерия;
- генные исследования (*GWAS*) – Полногеномный поиск ассоциаций – выявление связи генных вариантов с последующими фенотипическими вариантами, т.е поиск генетических факторов риска и предсказание развития заболеваний, поиск генов, которые могут предсказать ответ на терапию определенными фармакологическими препаратами;
- конструирование диагностических систем на основе микрочипов – это современный подход для диагностики инфекционных, аутоиммунных заболеваний, аллергии, онкологии, выявления генетический патологий;
- создание новых медицинских устройств;
- развитие телемедицины и е-здравоохранения.

Актуальные для России темы мировой биомедицинской науки охватывают профилактику социально значимых болезней; выявление генетических факторов в патогенезе мультифакторных заболеваний; комплексную ДНК-диагностику наследственной патологии; индивидуальное генетическое тестирование, а также прогнозирование риска развития, степени тяжести течения и оценки эффективности терапии различных форм патологии. Необходимо активно внедрять новые системы визуализации (УЗИ, КТ, МРТ), ДНК-диагностикумы на наследственные и

инфекционные болезни. При этом отечественные препараты и биочипы обычно в два, а часто и в десять раз дешевле зарубежных аналогов.

Наиболее перспективными для хирургии представляются следующие направления:

- использование технологии создания новых биодеградируемых материалов;

- разработка новых технологий интраоперационной диагностики и инновационного инструментария оперативного лечения детей – артикуляционные и циркулярные сшивающие аппараты для детской хирургии.

Следует выделить также развитие современной нейронауки по международным программам *Brain Initiative, Human Brain Project, ENIGMA* и др., Национальная технологическая инициатива Нейронет.

Особо значимыми представляются исследования:

- создание технологии раннего выявления лиц со склонностью к конкретным видам психофизической активности и когнитивной деятельности, которая предоставит возможности коррекции и предпочтительной реализации тех или иных групп способностей, что будет высоко востребовано с экономической точки зрения, а также в спорте высших достижений;

- исследование мозговой активности при формировании моторного навыка в воображении, виртуальной и реальной среде с целью разработки технологии замещения и/или восстановления утраченных двигательных функций при таких болезнях, как ДЦП, последствия нейротравм и инсультов.

Для дальнейшего снижения неонатальной смертности новым перспективным, информативным и неинвазивным диагностическим методом, направленным на оптимизацию вскармливания, и соответствующим передовым мировым стандартам, является метод определения состава тканей тела у новорожденных детей. Применение данного метода позволяет персонифицировать питание доношенных и недоношенных детей для профилактики ближайших и отдаленных метаболических расстройств.

По персонификации подходов к ведению пациентов с тяжелой хронической инвалидизирующей и жизнеугрожающей патологией необходима разработка алгоритмов применения генно-инженерных препаратов, это позволит добиться стойкой ремиссии болезни у 50-80% пациентов, снизит уровень инвалидизации и социальной дезадаптации, сократит прямые и непрямые расходы государства на содержание ребенка-инвалида.

Перспективным направлением развития отечественной педиатрии является разработка и ведение регистров. Перспективным является разработка регистра недоношенных детей, а также новорожденных детей с тяжелой перинатальной патологией, нуждающихся в восстановительном лечении.

Персонализированный подход в онкологии будет базироваться на развитии молекулярно-генетических и иммуно-морфологических исследований для выявления факторов риска, прогноза возникновения и течения злокачественных новообразований, индивидуализации лечения и последующего его мониторирования, методов иммуноцито- и иммуногистохимии для повышения точности индивидуального прогноза течения заболевания и лечения; разработке методов морфологической диагностики с использованием конфокальной лазерной сканирующей, фазово-когерентной и атомно-силовой микроскопии, принципиально новых технологий эндомикроскопии с прижизненной оптической биопсией и их внедрением в широкую клиническую практику, методов уточняющей диагностики с использованием адресной доставки моноклональных антител и изотопов *in vivo.*

Активное использование биотехнологий в онкологии будет способствовать усовершенствованию технологий навигации для повышения точности инвазивной диагностики и противоопухолевого воздействия, включая интраоперационную радио-химио-фототерапию, разработке новых щадящих трансэндоскопических методов

лечения ранних форм злокачественных новообразований, разработке технологий интервенционной онкологии на основе оригинальных внутрисосудистых и внутритканевых носителей.

Создание новых генно-терапевтических средств различной природы для лечения больных со злокачественными новообразованиями, принципиально новых ядерно-медицинских технологий с использованием высокотропных радиофармпрепаратов, технологий лучевой терапии на базе новой протонно-ионно-фотонной (в том числе отечественной) ускорительной техники, изучение возможностей избирательного управления радиочувствительностью опухолей с помощью молекулярно-генетических и ядерно-медицинских методов, позволят использовать точные и высокочувствительные способы для диагностики и лечения больных со злокачественными новообразованиями.

Перспективными направлениями в онкологии являются:

развитие молекулярно-генетических и иммуно-морфологических исследований для выявления факторов риска, прогноза возникновения и течения злокачественных новообразований, индивидуализации лечения и последующего его мониторирования;

развитие методов иммуноцито- и иммуногистохимии для повышения точности индивидуального прогноза течения заболевания и лечения;

разработка методов морфологической диагностики с использованием конфокальной лазерной сканирующей, фазово- когерентной и атомно-силовой микроскопии;

разработка принципиально новых технологий эндомикроскопии с прижизненной оптической биопсией и их внедрение в широкую клиническую практику;

разработка методов уточняющей диагностики с использованием адресной доставки моноклональных антител и изотопов *in vivo*;

усовершенствование технологий навигации для повышения точности инвазивной диагностики и противоопухолевого воздействия, включая интраоперационную радио-химио-фототерапию;

разработка новых щадящих трансэндоскопических методов лечения ранних форм злокачественных новообразований;

разработка технологий интервенционной онкологии на основе оригинальных внутрисосудистых и внутритканевых носителей;

разработка подходов и создание новых генно-терапевтических средств различной природы для лечения больных со злокачественными новообразованиями;

создание принципиально новых ядерно-медицинских технологий: разработка и производство высокотропных радиофармпрепаратов для диагностики и лечения больных со злокачественными новообразованиями;

создание новых технологий лучевой терапии на базе новой протонно-ионно-фотонной (в том числе отечественной) ускорительной техники;

изучение возможностей избирательного управления радиочувствительностью опухолей с помощью молекулярно-генетических и ядерно-медицинских технологий.

Прогноз развития медико-биологических наук. Исследования в области геномики и протеомики ведутся в России уже более 15-ти лет. Полученные результаты позволили России в числе первых войти в состав международного Консорциума «Протеом человека», задачей которого является исследование белков человека в геноцентричном режиме. Россия является одним из инициаторов этого проекта и сохраняет лидирующие позиции уже на протяжении пяти лет его реализации. Российские ученые достигли наилучшей степени охвата белков, кодируемых одной хромосомой, за счет использования современных масс-спектрометрических методов.

В результате этого стало возможным возникновение принципиально новой междисциплинарной области – постгеномной медицины. Постгеномная медицина — это наука на стыке технологий интеллектуальных информационных систем и методов мониторинга состояния организма, причем мониторинг состояния здоровья осуществляется как на молекулярном уровне, так и на уровне наблюдений физиологических параметров с использованием мобильных устройств. В результате можно говорить о формировании актуального направления, основанного на применении искусственных интеллектуальных систем для повышения качества жизни человека.

Для оказания эффективной медико-генетической помощи необходимо определение причины заболевания в каждой конкретной семье. Результатом программы «Геном Человека» стала идентификация большого числа генов, ответственных за развитие наследственных заболеваний. Знание этиологии менделирующих заболеваний человека позволит оптимизировать, сделать более точной и доступной детекцию мутаций с целью подтверждения диагноза, проведения доклинической и пренатальной диагностики.

ДНК-диагностика – это поиск генетической причины болезни на уровне изменений дезоксирибонуклеиновой кислоты. ДНК-диагностика направлена на поиск непосредственной причины наследственной болезни – мутации гена и является наиболее адекватным и точным исследованием при моногенной патологии. Проведение данной диагностики возможно, даже если неизвестен точный патогенез развития болезни, но известен ген, который ее вызывает.

Большое количество информации о генах и болезнях в мировых базах данных, доступность информации о полиморфных участках генома в области локализации локуса того или иного заболевания, известные частоты встречаемости маркеров — все это является базой для проведения ДНК-диагностики наследственного заболевания, для которого к настоящему моменту известен генетический локус.

Одной из главных проблем медицинской генетики сегодня является генетическая гетерогенность наследственных болезней. То, что за один и тот же клинический фенотип ответственны несколько различных генов, затрудняет диагностику и прогнозирование потомства. Для решения этой проблемы проводится работа, направленная на исследование частот встречаемости различных генетических вариантов наследственных патологий, поиска клинических особенностей и создания алгоритмов клинико-молекулярно-генетического обследования больных.

Болезни нервной системы представляют огромный интерес для исследования появившимися не так давно, но уже распространенными технологиями полногеномных методов: полногеномное типирование, экзомное секвенирование (исследование всей кодирующей области генома) и полногеномное секвенирование. С помощью этих подходов уже существенно расширены рамки понимания молекулярной и патогенетической природы некоторых мультифакториальных болезней: болезни Паркинсона, болезни Альцгеймера и других.

В связи с выраженными особенностями заболеваемости и смертности по целому ряду нозологических форм и прежде всего по сердечно-сосудистым, онкологическим и другим заболеваниям, особую актуальность для популяции России имеет использование генных и клеточных технологий.

Одна из стратегий борьбы с онкологическими заболеваниями основана на мобилизации иммунной системы организма против опухоли, в частности, противоопухолевой вакцинации, тем более что противопатогенные вакцины уже доказали свою эффективность. Принципиальным отличием является то, что в случае профилактической вакцинации создается иммунный барьер перед проникновением небольшого количества патогенов, в то время как терапевтическая вакцина должна вытеснить уже сформировавшуюся опухоль. Совместно с Российским онкологическим

центром им. Н.Н. Блохина, НИИ онкологии им. Н.Н. Петрова впервые был предложен подход к противоопухолевой вакцинации, основанный на активации врожденного звена иммунитета с использованием семейства генов PGRP. Проведенные доклинические исследования позволили разработать и успешно испытать первую в России противоопухолевую вакцину на основе генетически модифицированных клеток.

Прогноз развития профилактической медицины. Одним из важнейших приоритетных направлений современной медицины является создание вакцинных препаратов против наиболее распространенных и социально значимых инфекционных заболеваний.

Применение вакцинных препаратов будет возрастать за счет расширения Национального календаря профилактических прививок против инфекционных болезней, для профилактики и иммунотерапии соматических, аллергических, аутоиммунных и онкологических болезней; предупреждения обострений хронической патологии.

Дальнейшие перспективы в разработке вакцин будут связаны с новыми результатами фундаментальных исследований в области рекомбинантной и молекулярной биологии, геномики, протеомики и постгеномных технологий, прикладной и теоретической иммунологии, с разработкой нового поколения вакцин на основе наноразмерных рекомбинантных молекул и молекул, продуцируемых активированными дендритными клетками для защиты от неидентифицированных патогенов при возможных биотеррористических актах; создание технологий для быстрого и крупномасштабного производства пандемических вакцин.

Ожидается, что к 2020-2030 гг. применение вакцин в рамках национальных календарей прививок позволит ликвидировать, прежде всего, полиомиелит, корь, краснуху, возможно дифтерию; уменьшить заболеваемость массовыми детскими инфекциями до спорадической; увеличить продолжительность жизни лиц с хронической патологией.

В ближайшие годы ожидается расширение календаря прививок за счет препаратов для профилактики гемофильной типа b инфекции, пневмококковой и менингококковой инфекций, вирусного гепатита А, ветряной оспы, ротавирусной инфекции и рака шейки матки.

Прогнозируется, что в национальный календарь прививок к 2025 г. будет включено 23 вакцины для детей и 3 вакцины для взрослых.

Исследования по разработке технологии безопасной вакцинации детей с нарушениями здоровья и хронической патологией позволят оптимизировать существующие схемы иммунизации против инфекций, включенных в Национальный календарь профилактических прививок, расширить контингент, подлежащий вакцинации, и обеспечить поддержание высокого уровня охвата населения профилактическими прививками.

Внедрение мероприятий по безопасной и эффективной вакцинации против респираторных инфекций женщин детородного возраста и беременных снизит количество аномалий развития плода и младенческую смертность.

Разработка принципиально новых и совершенствование существующих методов диагностики инфекционных заболеваний бактериальной и вирусной природы, аллергических, эндокринных и аутоиммунных заболеваний позволит расширить возможности мониторинга этих заболеваний, а также применять своевременную и адекватную терапию.

Будут развиваться исследования по разработке и клинической апробации адъювантов нового поколения для потенцирования иммуногенности генно-инженерных продуктов.

Будут разработаны подходы к получению лекарственных препаратов нового поколения на основе комплексов олигонуклеотидов со средствами доставки для лечения вирусных заболеваний.

Важное направление исследований – разработка специфических лекарственных препаратов на основе рекомбинантных гуманизированных или человеческих антител для лечения заболеваний вирусной и бактериальной природы.

Останутся весьма актуальными научные исследования профилактической направленности против инфекционных заболеваний высокой социальной значимости: полиомиелит и другие энтеровирусные инфекции, клещевой энцефалит, вирусные геморрагические лихорадки, вирусные гепатиты и грипп.

Увеличение числа штаммов микроорганизмов, устойчивых к антибиотикам, постоянно появляющиеся новые патогены, угроза биотерроризма определяют острую необходимость в новых антимикробных препаратах, которые имели бы принципиально иные механизмы действия, нежели уже существующие. Наряду с созданием новых антибиотиков, необходима разработка научных подходов к оптимизации антибиотикотерапии и предотвращению развития антибиотикорезистентности возбудителей инфекций.

Основными направлениями развития медицинской науки в области разработки технологий ранней диагностики, лечения и профилактики алиментарно-зависимых и социально значимых заболеваний и обеспечения качества и безопасности пищевой продукции будут:

- расшифровка молекулярных механизмов действия пищевых и минорных биологически активных веществ и регуляция их метаболизма на геномном и постгеномном уровнях для уточнения формулы оптимального питания различных групп;
- изучение сигнальных путей для выявления механизмов действия на организм минорных биологически активных веществ (БАВ) пищи, а также их защитных свойств при неблагоприятных воздействиях, и дозозависимых эффектов на организм, необходимых для обоснования эссенциальности БАВ и уровней их потребления;
- изучение механизмов развития и поиск информативных биомаркеров для ранней диагностики, оценки риска и прогнозирования алиментарно-зависимых заболеваний;
- изучение особенностей метаболизма пищевых и минорных биологически активных веществ при полиморфизме генов, а также влияния их на эпигенетические механизмы и экспрессию генов для расшифровки механизма развития нарушений обмена пищевых веществ при алиментарно-зависимых заболеваниях;
- разработка системы биомаркеров на основе использования методов нутригеномики, нутрипротеомики, нутриметаболомики и нутримикробиомики для создания «метаболомного паспорта» человека и оценки риска развития алиментарно-зависимых заболеваний;
- установление молекулярных механизмов действия и метаболизма загрязнителей пищевой продукции природного и антропогенного происхождения и пищевых добавок, установление биомаркеров воздействия и обоснование регламентов их содержания в пищевой продукции;
- развитие методической базы оценки безопасности пищевой продукции, произведенной с использованием ГМО растительного (второго и третьего поколения), животного и микробного происхождения, наноматериалов и нанотехнологий, методов синтетической биологии (регламентирование подходов, разработка новых методов исследования и новых экспериментальных моделей, поиск информативных биомаркеров, алгоритмов и методов определения новых видов ГМО, в том числе генетически модифицированных микроорганизмов и наноматериалов);

- определение идентификационных критериев (маркеров) пищевой продукции для выявления фальсификаций;

- разработка высокочувствительных селективных и прецизионных аналитических методов обнаружения, идентификации и количественного определения потенциально опасных загрязнителей природного и антропогенного происхождения, а также минорных биологически активных веществ пищи в пищевой продукции и биологических средах организма.

Перспективным является продолжение работ по установлению закономерностей и механизмов влияния факторов производственной среды и трудового процесса на здоровье работающих; обоснованию эффективных методов профилактики, диагностики и лечения профессиональных и производственно обусловленных заболеваний.

Важнейшие достижения

Разработка отечественной пневмококковой вакцины на основе актуальных циркулирующих на территории Российской Федерации серотипов возбудителей пневмококковой инфекции:

отобраны, изучены и депонированы штаммы, обладающие наиболее высокой иммуногенной и внутривидовой перекрестной протективной активностью;

получены и охарактеризованы капсульные полисахариды 15 серотипов пневмококка, циркулирующих на территории Российской Федерации;

для мониторинга циркулирующих штаммов пневмококка и оценки эффективности вакцинации разработаны диагностические препараты. (НИИВС им. И.И. Мечникова)

Разработана стратегия поиска отсутствующих в мировой медицинской практике низкомолекулярных соединений, обладающих свойствами факторов роста нервов. Синтезированы ряды и отработаны соединения-лидеры для создания оригинальных фармакологических средств лечения острых нарушений мозгового кровообращения, депрессии и сахарного диабета (рис. 37). (НИИ фармакологии им. В.В. Закусова)

Разработан автоматизированный конвейер для обработки данных высокопроизводительного секвенирования транскриптома (RNA-Seq) и экзома (WES) PPLine (рис. 38), позволяющий проводить:

контроль качества исходных данных и их первичную подготовку к обработке (Trimmomatic);

картирование ридов на геном и транскриптом с поиском новых сплайс-границ (Tophat);

поиск мутаций в геноме (SNP) и аминокислотных вариаций в белках (SAP), включая вставки и делеции (samtools/bcftools/GATK);

аннотацию мутаций по базам данных dbSNP, 1000 геномов, Exome Sequencing Project, COSMIC и др. (Annovar), а также оценку их значимости по отношению к функции белка различными алгоритмами (Polyphen, SIFT, LRT и др.);

поиск новых сплайс-форм транскриптов и кодируемых ими белков;

создание белковой базы для использования в различных средствах анализа масс-спектрометрических данных (Mascot, MaxQuant, X!Tandem и др.);

идентификацию протеотипических пептидов, специфичных к SAP, к определённому набору сплайс-форм, к новым сплайс-формам.

PPLine успешно применяется для анализа транскриптомных и экзомных данных для различных тканей человека, других организмов и модельных объектов. (ИБМХ)

Компьютерная оценка механизмов побочного действия лекарств.

Побочные эффекты лекарственных средств (ПЭЛС) представляют серьезную опасность для жизни и здоровья пациентов, поэтому необходима их идентификация на самых ранних этапах разработки лекарств. В работе представлен обзор современных подходов к оценке ПЭЛС, включая результаты собственных исследований авторов.

Общий подход к исследованию механизмов ПЭЛС включает следующие стадии: (I) создание выборки структурных формул ЛС с информацией об их побочных эффектах; (II) определение профилей взаимодействия ЛС с белками человека и профилей лекарственно-индуцированной генной экспрессии; установление сигнальных/метаболических путей и клеточных процессов, на которые воздействуют ЛС, путем анализа полученных профилей; (III) поиск корреляций между проявлением побочного эффекта и воздействием лекарственных соединений на белки, экспрессию генов и сигнальные/метаболические пути; (IV) поиск причинно-следственных связей между выявленными белками/генами и побочными эффектами на основе анализа результатов экспериментов по генетическому нокауту, результатов широкомасштабных генетических исследований и анализа биологических сетей (включая анализ сетей белок-белковых взаимодействий и моделирование динамики сигнальных сетей клеток); (V) оценка потенциальных побочных эффектов лекарств-кандидатов и их механизмов при помощи экспериментальной или компьютерной оценки взаимодействия соединений с выявленными белками и влияния на генную экспрессию.

Используя данный подход, выявлены молекулярные мишени ЛС, связанные с индукцией инфаркта миокарда и желудочковых аритмий. Установлены ключевые сигнальные пути, а также процессы на уровне клетки, ткани, органа и организма, нарушение которых под действием лекарств потенциально способно приводить к индукции инфаркта миокарда и желудочковых аритмий; показано, что связь многих из идентифицированных белков, путей и процессов с индукцией инфаркта миокарда и желудочковых аритмий является нетривиальной. (ИБМХ)

Основные результаты, полученные по теме «Разработка количественного метода мультидетекции МТ (Т-2 и НТ-2 токсины, дезоксиниваленол, зеараленон, фумонизины, охратоксин А, ниваленол и афлатоксины) и оценка его эффективности в системе мониторинга загрязнения продовольственного сырья микотоксинами и их продуцентами»

Впервые разработан высокочувствительный селективный метод, позволяющий проводить определение одновременно в одной пробе зерна 23 микотоксинов. Метод основан на использовании высокоэффективной жидкостной хроматографии с тандемным масс-спектрометрическим детектированием и может быть использован для скрининга микотоксинов в зерне и продуктах его переработки.

Изучение загрязненности микотоксинами зерна урожаев 2012-2014 гг. подтвердило высокую частоту и уровень загрязнения микотоксинами продовольственного зерна, выращенного в Северо-Кавказском, Южном и Дальневосточных регионах. Чаще всего в зерне пшеницы, ячменя и кукурузы выявляли дезоксиниваленол, в ряде случаев в количествах, превышающих установленный максимальный допустимый уровень токсина. Отдельные пробы зерна содержали два и более микотоксинов. В 2014 г. расчетное суточное поступление дезоксиниваленола с продуктами переработки зерна для населения Южного и Северо-Кавказского федеральных округов превысило величину условно-переносимого суточного поступления (> 1 мкг/кг массы тела в сутки). (НИИ питания)

Основные результаты, полученные по теме «Разработка критериев и определение биомаркеров воздействия искусственных наночастиц на организм при пероральном пути поступления»:

Впервые в практики мировой нанотоксикологии установлены критерии и выявлены новые чувствительные биомаркеры токсического действия искусственных наночастиц при их поступлении с пищей на примере наночастиц аморфного диоксида кремния (используемого в качестве пищевой добавки Е 551) и наночастиц металлического серебра (рис. 39).

Показано, что наиболее чувствительными биомаркерами в случае наночастиц диоксида кремния являются уровни экспрессии клеточных антигенов лимфоцитов CD4

и CD8 и продукция провоспалительного цитокина TNFα, а в случае наночастиц серебра – активность ферментов I и II стадии детоксикации ксенобиотиков CYP 1A2, CYP 2B1, глутатион-S-трасферазы, УДФ-глюкуронозил-трансферазы, глутатионпероксидазы, а также показатели статуса ряда токсичных и эссенциальных микроэлементов, включая цинк и селен.

На основании изучения зависимостей доза-эффект для указанных биомаркеров определены максимальные недействующие дозы указанных наноматериалов при подостром пероральном поступлении.

В экспериментах на животных с алиментарным дефицитом эссенциальных микроэлементов (Fe, Zn, Se) и витаминов группы В проанализированы возможные риски, связанные с воздействием наночастиц диоксида кремния на биодоступность и усвояемость указанных нутриентов.

Получены данные для оценки агрегированного риска наночастиц различных типов и токсичных элементов- контаминантов пищевых продуктов (свинца и кадмия).

Рекомендации по практическому применению результатов исследования включают их использование при установлении гигиенических нормативов безопасного содержания наночастиц указанных видов в пищевой продукции, а также предложения по введению обязательного декларирования размеров частиц диоксида кремния аморфного при использовании в составе пищевых добавок, комплексных пищевых добавок, БАД к пище, специализированной и детской пищевой продукции; пересмотр нормативов использования пищевой добавки Е551, представленной наноразмерным диоксидом кремния, в составе пищевой продукции. (НИИ питания)

Методами трансляционной медицины изучены молекулярные механизмы заболеваний, являющихся наиболее частыми причинами нарушения репродуктивной функции женщины – генитального эндометриоза и миомы матки. С помощью интегративного системно – генетического анализа показано молекулярно – генетическое сходство патогенеза данных заболеваний. Предложен новый эпигенетический механизм их развития и сформулирована гипотеза, постулирующая общность происхождения этих опухолей из мезенхимных стволовых клеток пограничной зоны эндометрия и миометрия матки. Установлены новые молекулярные маркеры, перспективные для ранней диагностики (miR210, miR-196b, miR148a) и ММ (miR-21, miR-93, miR-106b) и для разработки новых таргетных фармакологических препаратов, направленных на блок ангиогенеза при генитальном эндометриозе (гены роста сосудов VEGF2 и EGF-R) и подавление активности опухолевого роста при миоме матки (ген – регулятор GATA-2). (НИИАГ им. Д.О. Отта)

Разработан метод ранней диагностики и персонализированного лечения глаукомы на основе индивидуальной нормы внутриглазного давления (рис. 40).

Глаукома является одним из самых распространенных глазных заболеваний, занимая и в мире и по регионам России первое место среди причин слепоты и инвалидности по зрению. При этом, наблюдается неуклонный рост этого показателя – частота первичной инвалидности и слепоты по глаукоме за последние 15-20 лет выросла с 14 до 30-40%. В то же время, среди причин негативной статистики глаукомы, не только в России, но и во всем мире, наиболее значимой следует считать низкую эффективность ее ранней диагностики.

Разработана не имеющая в мире аналогов технология расчета индивидуальной нормы внутриглазного давления (ВГД), по определяемой величине глазного кровотока, для диагностики и лечения глаукомы. Уникальность и исключительная ценность представленного метода заключаются в его главном преимуществе. Разработанный метод может применяться для профилактического обследования здорового населения, выявляя риск развития глаукомы еще на этапе отсутствия каких либо клинических проявлений заболевания. (НИИГБ)

Научное исследование: «Генно-инженерная биологическая терапия системного варианта ювенильного артрита в клинической практике» по теме «Комплексная оценка и мониторинг пациента, направленные на контроль активности и социальную адаптацию детей с ревматическими заболеваниями». Цель исследования: разработка стратегии оптимизации комплексной терапии системного варианта ювенильного артрита (сЮА), являющегося одним из наиболее тяжелых соматических заболеваний детского возраста, входящим в категорию орфанных болезней и характеризующимся высоким риском жизнеугрожающих состояний, ранней инвалидизации вследствие деструктивного поражения суставов, значительной задержки физического и полового развития, рефрактерностью к фармакотерапии.

Сущность, новизна и значимость исследования состоят в разработанном авторами алгоритме лечения сЮА с использованием инновационных технологий применения генно-инженерных биологических препаратов (ГИБП). Обосновано применение тоцилизумаба в качестве препарата первого выбора с необходимостью учета выявленных в ходе исследования предикторов терапевтического ответа и факторов, обеспечивающих его устойчивость, что открывает перспективы создания модели «персонифицированной» терапии. Авторами разработаны и внедрены в клиническую практику корректирующие дополнения в имеющиеся международные рекомендации по лечению больных сЮА для повышения эффективности и безопасности терапии, позволяющие улучшить качество жизни и долгосрочный жизненный прогноз больных сЮА. (НИИР им. В.А.Насоновой)

Разработана технология и программное обеспечение мультимодальной структурно-функциональной оценки двигательной системы после инсульта для прогнозирования восстановления движений и персонификации постинсультной нейрореабилитации. (НЦН)

Выделены особые, не изученные ранее клинические формы психических расстройств, связанных с соматическим стрессом в разных областях медицины. Получены эпидемиологические доказательства их высокой распространенности и значительном неблагоприятном влиянии на прогноз соматических и неврологических болезней. Создана оригинальная (не имеющая мировых аналогов) клиническая систематика психосоматических расстройств при соматических заболеваниях. Предложена уникальная ритмологическая модель депрессий в общей медицине с выделением особых, ранее не известных форм депрессии, подчиняющихся ритму течения соматических заболеваний. В области онкологии выявлены и систематизированы особо тяжелые формы реакции на рак с феноменом откладывания (длительная задержка обращения за помощью), связанные со значительным ухудшением клинического прогноза – повышение смертности и инвалидизации (вытеснение из сознания факта раковой опухоли). Разработаны критерии диагностики и рекомендациями по выбору оптимальных методов психологической и лекарственной коррекции психосоматических расстройств. Разработана и частично внедрена инновационная организационная модель «встречного движения» для оптимизации оказания специализированной психиатрической и психологической помощи при психосоматических расстройствах. (НЦПЗ)

Экзопротезирование в хирургии аневризм восходящего отдела и дуги аорты.

Расширение проксимальных сегментов дуги аорты при аневризме ее восходящего отдела встречается довольно часто (10—30% случаев), а при расслоении I типа составляет от 20 до 45% случаев. Хирургия восходящего отдела и дуги аорты, несмотря на высокие технологии, остается до настоящего времени одной из сложнейших проблем современной медицины. Существует ряд методик реконструкции дуги аорты («hemiarch», операция Borst), но они все трудоемки и требуют применения различных способов защиты головного мозга.

В настоящее время летальность при этих операциях вышла на приемлемый уровень, но до сих пор не разработаны руководства для реконструктивной хирургии дуги аорты, а повреждение головного мозга остается главной причиной осложнений и смерти после хирургических вмешательств на этой зоне.

Отсутствие единого подхода к лечению этой категории пациентов свидетельствует о необходимости своевременной диагностики и применения индивидуальной хирургической тактики у этих больных, что обусловливает значимость этой проблемы.

С целью упрощения реконструкции у этой когорты больных разработана методика экзопротезирования дуги аорты. Ранее описаны методы экзопротезирования лишь восходящего отдела аорты (Белов Ю. В. 2000, Robicsek F.2004); области дистального анастомоза синтетического протеза и аорты; дистального сегмента восходящей аорты (Matsuyama K. И др. 2007). В современной литературе встречались лишь единичные сообщения о схожих манипуляциях на дуге аорты (Robicsek F. et. al. 2004, 2003) без четкого алгоритма действий и отдаленных результатов лечения.

Внедренная методика позволила значительно снизить количество п/о осложнений путем уменьшения длительности искусственного кровообращения за счет простоты выполнения процедуры и отсутствия необходимости селективной перфузии головного мозга и циркуляторного ареста во время реконструкции. Такой важный показатель хирургического лечения как интраоперационная кровопотеря был снижен в два раза. Количество неврологических осложнений также уменьшилось более чем в 8 раз. Длительность госпитализации сократилась на 20%, что обуславливает несомненно положительный экономический эффект.

Методика экзопротезирования показала хороший непосредственный и средне-отдаленный результат, что позволяет рекомендовать ее для использования во всех профильных лечебных учреждениях (рис. 41). (РНЦХ им. академика Б.В. Петровского)

В Московской медицинской академии им. И.М.Сеченова с применением современных генно-инженерных технологий с созданием рекомбинантного белка M. Tuberculosis создан российский оригинальный препарат для массовой диагностики туберкулеза – Диаскинтест (рис. 42). Препарат является более чувствительным и специфичным при выявлении туберкулезной инфекции по сравнению с реакцией Манту. Аналогов данному тесту на данный момент в мире не существует.

Диаскинтест активно используется врачами для диагностики туберкулеза с 2009 года. За 6 лет применения теста в России было поставлено более 25 млн. проб. Как результат применения препарата в последние годы в РФ улучшилась ранняя диагностика туберкулеза у детей. С 2015 года по приказу Минздрава Диаскинтест регламентирован для использования в качестве скринингового теста на туберкулез у детей с 8 лет вместо пробы Манту.

Реализуется программа по выводу Диаскинтеста на мировой рынок. Уже сегодня Диаскинтест экспортируется в восемь стран мира. Подписано соглашение с Китаем, которое предусматривает возможность трансфера технологий Диаскинтеста в эту страну. В настоящий момент идет регистрация препарата в Европейском союзе, странах Латинской Америки, Юго-Восточной Азии, Африки и Ближнего Востока.

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Науки о Земле – обширная область естественнонаучных знаний о нашей планете, о строении и развитии ее внешних и внутренних оболочек и их взаимодействии, о характере и природе происходящих в них процессах, об эволюции земной коры и условиях формирования месторождений полезных ископаемых. Наряду с углублением специализации исследований внутри каждой из отдельных дисциплин имеет место отчетливая тенденция к развитию междисциплинарных исследований. Это

определяется более углубленным пониманием особой роли и важности взаимодействия и взаимовлияния различных процессов, протекающих в оболочках Земли, не только на естественную эволюцию планеты, но и на среду обитания человека и, наоборот, результатов его жизнедеятельности (антропогенный и техногенный факторы) на состояние и эволюцию природной среды.

Наиболее актуальные проблемы, требующие скорейшего решения – комплекс вопросов, связанных с освоением Арктики, и задачи импортозамещения в критических областях экономики, техники и производства.

Арктическая зона становится стратегической ресурсной базой Российской Федерации не только на ближайшие годы, но и на отдаленное будущее. Кроме того, положение арктической державы побуждает Россию развивать многие направления научных исследований, тем более, что Арктический регион – это 30% территории России. За последние годы получены новые и важные результаты в геолого-геофизическом изучении Арктики, открыты новые месторождения нефти и газа, золота.

Несмотря на сокращение финансирования, Российская академия наук в 2015 году продолжала работы в рамках программы «Поисковые фундаментальные научные исследования в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации». В рамках этой программы проведены численные эксперименты с моделью общей циркуляции атмосферы (МОЦА) с учетом изменений концентрации морских льдов (КМЛ) за последние 50 лет. Согласно полученным результатам, резкое уменьшение площади морских льдов в Баренцевом море в последнее десятилетие могло способствовать формированию блокирующего антициклона и похолоданию в регионах Северной Евразии. Получены результаты, свидетельствующие о важной роли Баренцева моря как бассейна с сильнейшей изменчивостью теплообмена между океаном и атмосферой в Арктике, в формировании аномальных погодно-климатических режимов на территории России. Разработаны новые методы диагностики и моделирования современного состояния и эволюции основных компонент климатической системы Арктики (морской лед, криолитозона, пограничный слой атмосферы) и оценки их изменений, в том числе с анализом влияния различных факторов на современное состояние морских льдов в Арктике и обратных связей между изменениями площади морских льдов и особенностями атмосферной циркуляции.

В 2014-2015 гг. с использованием дистанционных методов зондирования Земли (ДЗЗ) и полевых исследований оценены трансформации ландшафтов тундры (облесения, олуговения, делихенизации, «позеленения», «закустаривания») и их влияние на продуктивность растительного покрова и фауну Российской Арктики. Показано, что на современном этапе в Арктике наблюдаются одновременно как процессы роста продуктивности («позеленение») благодаря сопряженному действию потепления климата и хозяйственного освоения, так и ее снижение за счет антропогенных нарушений почвенно-растительного покрова. Выявлены прямые и опосредованные влияния трансформации арктического ландшафта на численность, распространение и миграции млекопитающих и птиц Арктики. Сделан вывод о необратимости некоторых изменений и росте площадей территорий с дестабилизированным состоянием биоты.

На полуострове Ямал в 2014-2015 годах обследован новый природный феномен – воронка газового выброса и предложен непротиворечивый механизм, объясняющий все наблюдаемые проявления, связанный с трендом повышения температуры мерзлых пород в течение последнего десятилетия, разрушением метастабильных газогидратных скоплений, резким повышением порового давления и выбросом мерзлых пород и льда на поверхность с формированием кратера глубиной более 50 м, начальной шириной 20-30 м, окруженного бруствером. Существует высокий риск формирования воронок газового выброса на Ямале и других регионах газового комплекса.

Арктика – это междисциплинарное поле, на котором неизбежно сотрудничество и совместная деятельность представителей разных научных направлений и их взаимодействие с представителями бизнеса. Эффективность междисциплинарных исследований существенно снижается из-за трудностей в получении материалов геолого-геофизических работ государственных компаний в Арктике для научных исследований и данных гидрометеорологической сети Росгидромета. В Арктике независимо друг от друга реализуются программы научно-исследовательских и мониторинговых работ, финансирование которых осуществляется промышленными предприятиями и государственными органами, что нередко приводит к дублированию исследований. Отсутствие единой базы данных о состоянии окружающей среды препятствует развитию информационной базы для прогнозирования климатических и иных природных процессов, экономического и социального развития арктических регионов. Отсутствует нужная кооперация между разными органами и организациями, как заказчиками, так и исполнителями мониторинга и научных исследований, которые проводят свои самостоятельные исследования и зачастую требуют соблюдения так называемой конфиденциальности полученных данных и результатов их анализа. Поэтому необходимо разработать план мероприятий, направленных на консолидацию деятельности всех заинтересованных органов и организаций, работающих в Арктике, и формирование единого фонда данных государственного и производственного экологического мониторинга. Формирование федеральной целевой программы по Арктике может быть реальным инструментом объединения сил федерального центра, регионов, корпораций и малого бизнеса для решения выявленных проблем и реализации взвешенной научно-технической политики.

Достижения последних лет в фундаментальных исследованиях естественно-научных направлений, в том числе междисциплинарного характера, напрямую влияют на успешное решение множества актуальных прикладных задач академической науки. Это стало очевидным при рассмотрении в качестве приоритетных проблем инновационного развития промышленности и экономики РФ и, в частности, при решении задач импортозамещения в критических областях техники и производства. Одна из таких задач, поставленных в 2015 г. Советом при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики, включала необходимость внедрения инноваций в геологоразведку и добычу полезных ископаемых. В этой связи учеными Отделения наук о Земле РАН были представлены содержательные предложения по внедрению передовых технологий и подходов в области разведки новых месторождений нефти и газа, максимально полного извлечения и глубокой переработки углеводородного сырья, а также эффективного энергосберегающего обогащения твердых полезных ископаемых, включая стратегические металлы.

В рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 гг. проводятся исследования по 15 актуальным направлениям наук о Земле.

Геодинамические закономерности вещественно-структурной эволюции твердых оболочек Земли. Основной тенденцией развития этого направления является постановка междисциплинарных исследований, направленных на выяснение взаимных связей тектонических процессов в литосфере и в более глубоких оболочках с преобразованиями вещества земных недр в условиях изменяющихся термодинамических и реологических параметров. Успехи в экспериментальной петрологии, глубинной сейсмической томографии, в численном и физическом моделировании позволяют рассматривать и обсуждать более усложненные модели эволюции оболочек Земли. Развиваются новые идеи, предлагающие переход от общепринятой эйлеровой кинематики движения литосферных плит по сфере, как абсолютно твердых тел, к методам описания распределенных упруго пластических деформаций литосферы. При этом учитываются подлитосферные вязкие течения

верхнемантийного вещества, геометрия которых устанавливается по данным сейсмической томографии. Все вместе создает новое понимание и новые подходы в глубинной геодинамике, включающие в себя, в частности, математическое моделирование зарождения, эволюции и внедрения в литосферу мантийных плюмов, позволяющее объяснить закономерности распределения «горячих точек» и крупнейших магматических провинций (ИФЗ РАН). По результатам сейсмической томографии характеризуются условия формирования многоуровенных магматических очагов над мантийным плюмом, обосновывается определяющая роль гранитного слоя в накоплнии большого объема магматического материала в земной коре (ИНГГ СО РАН). Среди значимых результатов исследований последнего времени следует также выделить крупные обобщения по строению и геодинамической эволюции Арктического региона, основанные на новейших палеомагнитных и геохронологических данных. Были показаны взаимные перемещения составных частей этой провинции, в частности, Земли Франца-Иосифа, относительно Восточно-Европейской платформы (ИНГГ СО РАН). В этом же ключе построены магнито-тектонические реконструкции Монголо-Охотского орогенного пояса на временные рубежи 270, 180 и 140 млн. лет (ДВГИ ДВО РАН, ИТИГ ДВО РАН, ИГиП ДВО РАН). Получены новые сведения о домеловой истории тектонического развития Чукотки и Арктической Аляски, что может разрешить проблему пространства в существующих ротационных моделях геологического развития региона. На основе новых данных представлена компьютерная модель мезозойской эволюции Арктики (СВКНИИ ДВО РАН).

Фундаментальные проблемы развития литогенетических, магматических, метаморфических и минералообразующих систем. В этом направлении, объединяющем такие дисциплины как магматическая и метаморфическая петрология, минералогия и литология, развитие научных исследований и получение значимых результатов основано на тесной взаимосвязи аналитических исследований, выполненных на природных объектах, и экспериментального и численного моделирования минерально-парагенетических систем, приближенных по ряду параметров к природным. Одно из центральных мест в данной проблематике в отчетный период заняли исследования генезиса, эволюции и геодинамических условий проявления кимберлитового магматизма, как одного из главнейших источников алмазоносности. Так, для Архангельской алмазоносной провинции определены особенности состава и строения, расшифрованы механизмы и геодинамические обстановки формирования кимберлитов. Расчет физико-химических параметров, термодинамический анализ и экспериментальное моделирование процессов генерации и дифференциации рудоносных магм показали, что для формирования алмаза в нижней мантии требуются более окислительные условия, чем это предполагалось ранее. На территории Восточно-Европейской платформы определены площади, благоприятные для локализации промышленно алмазоносных кимберлитов (ИГЕМ РАН). На основании изучения изотопных систем Sr-Nd, а также Hf из кимберлитов большинства месторождений Якутской провинции определены мантийные источники магм и показана высокая степень однородности астеносферного источника под Сибирским кратоном (ИГХ СО РАН). На основании изучения химических составов флюидных и минеральных включений в алмазах показано, что их кристаллизация в глубинных магматических источниках связана с начальными стадиями карбонатитового метасоматоза восстановленных деплетированных перидотитов древних платформ (ИГМ СО РАН).

Существенные успехи связаны также с экспериментальным направлением исследований минерально-флюидных систем. В частности, выполнены экспериментальные исследования взаимодействия кристаллов циркона с дунитом при 1400–1550°С. Полученные результаты подтверждают возможность кристаллизации и

сохранения циркона в тугоплавком гипербазитовом рестите, образующемся в процессе выплавления базальта из мантийного субстрата и позволяют объяснить полихронность цирконов в массивах гипербазитов (ИГГ УрО РАН, ИМ УрО РАН).

Литогенетические процессы изучаются как в направлении оценки литолого-палеогеографических условий осадконакопления, так и через характеристику бентосных экосистем. В качестве примера можно привести крупное региональное обобщение по палеогеографии юрских отложений севера Западной Сибири и акватории Карского моря, благодаря которому выделены взаимосвязанные области зон размыва и седиментации, спрогнозированы современные мощности отложений, показаны зоны некомпенсированного прогибания и клиноформного строения. Составлен Атлас литолого-палеогеографических карт масштаба 1:2000000 севера Западно-сибирской нефте-газоносной провинции (ИНГГ СО РАН).

Периодизация истории Земли, определение длительности и корреляция геологических событий на основе развития методов геохронологии, стратиграфии и палеонтологии. Вопросы периодизации и корреляции геологических событий с использованием методов геохронологии, стратиграфии и палеонтологии составляют базу современной геологии и обеспечивают понимание эволюционных особенностей внутренних оболочек Земли в многофакторном пространстве геологической истории. Современная стратиграфия использует широчайший арсенал методов для реконструкции эволюции органического мира Земли, ее климата, последовательности и длительности важнейших биосферных событий, экологических кризисов и массовых вымираний, процессов миграции видов и видообразования. Среди наук о Земле стратиграфия остается основой реконструкции «стрелы времени» – геохронологической координаты, с которой сопоставляются процессы на Земле и в ближайшем космосе на протяжении почти четырех миллиардов лет геологической истории.

Стратиграфию 21 века отличает возрастающая мультидисциплинарность. Классические методы биостратиграфии дополняются методами геофизики, геохимии и палеобиогеохимии, астрономии и гелиофизики, методами измерения изотопных отношений многих химических элементов. Применение этих методов повышает детальность хроностратиграфических построений и, что очень важно, открывает новые возможности интерпретировать геологическую летопись в терминах седиментологии и геодинамики, палеогеографии и палеоклиматологии, астрофизики и геофизики, истории биосферы и биотической эволюции. Так достигается достоверность реконструкции событий геологического прошлого и надежность прогноза пространственной и временной локализации полезных ископаемых.

Сохраняя лидирующие позиции в мире в области биостратиграфии, российские геологи-стратиграфы испытывают серьезные ограничения в применении названных выше современных инструментальных методов и нередко вынуждены кооперироваться с зарубежными коллегами в исследованиях российских геологических объектов с целью получения доступа к новейшей аппаратуре и получить данные, отвечающие высшим мировым стандартам.

Со стратиграфией тесно связана седиментология, исследующая процессы выветривания, переноса и осаждения осадочного материала, а также биогенное осадконакопление; она успешно сочетается с бассейновым анализом, который в огромной степени базируется на палеотектонических реконструкциях, учитывающих интенсивность древних геодинамических процессов и палеогеографических изменений.

Среди значимых результатов в этом направлении следует выделить следующие:

- На основе биофациальных, экосистемных, изотопно-геохимических и литолого-седиментационных методов проведены совершенствование и детализация стратиграфической основы верхнего протерозоя и пограничных кембрийских отложений Сибири. Внесено предложение включить Венд в качестве верхнего отдела

эдиакарской системы Стандартной глобальной хроностратиграфической шкалы в составе лапланского, редкинского, беломорского и котлинского ярусов (ИНГГ СО РАН).

- В Побужском комплексе (Украинский щит) впервые для гранулито-гнейсовых структур докембрия реконструирована последовательность геологических событий и охарактеризованы главные эндогенные этапы: 1) эоархейский (3660 млн. лет) – внедрение основного расплава, его контаминация; 2) эоархейский (3590 млн. лет) – древнейший гранулитовый метаморфизм; 3) термальные процессы в палеопротерозое, приведшие к кристаллизации цирконов с возрастом 2500-2100 млн. лет. Контаминация базитового расплава подтверждается присутствием ксеногенных цирконов с возрастом 3740 млн. лет (ИГГД РАН).

Динамика и механизмы изменения ландшафтов, климата и биосферы в кайнозое, история четвертичного периода. Проблематика этого направления сформулирована в связи с необходимостью сопоставления наблюдаемых современных глобальных климатических изменений с вариациями аналогичных процессов в недалеком (в геологическом масштабе) прошлом. Ожидается, 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. На данном этапе в рамках этого фундаментального направления существует ряд актуальных для мирового научного сообщества проблем, которые решаются и российскими учеными:

- проблема геологических событий длительностью менее 1 млн. лет, в том числе так называемых «аноксических» событий, обусловленная существующими взаимосвязями между изменениями процессов седиментации, геохимией бассейнов и изменениями биоты и климата;

- геохимия стабильных изотопов C, O, S как основа хемостратиграфии и реконструкции древних обстановок, изменений состава атмосферы и климата. Изучение биодоступности и процессов фракционирования этих микроэлементов в геологическом прошлом – важнейшая научная задача;

- проблема углерода в биосфере, его глобальный баланс, обстановки и периоды накопления углеродистых толщ, изоляция углерода и рост оксигенизации атмосферы, связь цикла углерода и климата остаются в центре внимания мировой науки.

- Влияние колебаний уровня моря (эвстатических и региональных) на структуру осадочных толщ и на локализацию осадочных полезных ископаемых.

- Карбонатные платформы, динамика их формирования, вторичные преобразования остаются важной темой исследования в связке с углеводородной тематикой.

- отображение экстремальных обстановок и событий разного ранга в осадочной летописи Земли (землетрясения, цунами, сероводородные заморы, оползни, наводнения, падение астероидов и др.);

- проблемы осадочного и гидротермально-осадочного рудообразования в недалеком прошлом Земли (Mn, P, Fe, U, редкие и рассеянные элементы).

В 2015 г. получены первые результаты по некоторым из перечисленных задач.

- Проанализирована роль природных и антропогенных факторов в колебаниях ледников в голоцене и выяснены особенности проявления кратковременных похолоданий на фоне быстрого потепления в раннем голоцене. Создана база данных колебаний ледников в голоцене для всех основных районов горного оледенения Северного и Южного полушарий и выполнен анализ периодов отступаний и наступаний ледников в сравнении с орбитальным сигналом, солнечной и вулканической активностью, а также с антропогенным потеплением последних десятилетий.

- Создана глобальная база данных колебаний ледников в голоцене, содержащая 189 серий, и проведен ее анализ. Анализ этих данных показывает сложную картину изменчивости горного оледенения в голоцене, однако очевидны следующие закономерности, а именно тренд увеличения размеров ледников от раннего к позднему голоцену, который связан с увеличением температуры из-за соответствующего изменения орбитального сигнала. Главную роль в вековой и внутривековой изменчивости ледников играют крупные эксплозивные вулканические извержения, которые приводят к резким глобальным похолоданиям, и периоды пониженной солнечной активности.

- На основе комплекса количественных аналитических методов выполнены реконструкции колебаний нескольких опорных ледников на Кавказе и по дендрохронологическим данным восстановлены летние температуры за тот же период. Сравнение этих данных с альпийскими показывает несомненное сходство внутривековой изменчивости климата и оледенения в этих районах. Впервые этот вывод базируется не на предположениях, а на новых количественных палеоклиматических реконструкциях высокого разрешения, выполненных на Кавказе впервые (ИГ РАН).

- По данным ледового бурения получено, что для ледниковых циклов плейстоцена изменение содержания CO_2 в атмосфере q_{CO2} в целом запаздывает относительно соответствующих изменений температуры Т **(**ИФА РАН).

- Проведен анализ эпейрогенических спектров береговых образований позднеплейстоценового и голоценового моря в депрессии реки Тулома и Кольского залива. Впервые для указанного региона получена временная привязка береговых образований разных генераций и установлены темпы регрессии береговой линии моря. Это позволяет с большей точностью проводить палеоэкологические и тектонические реконструкции на северо-востоке Фенноскандинавского кристаллического щита, где находятся важные объекты народно-хозяйственного и оборонного значения (ГИ КНЦ).

Физические поля, внутреннее строение Земли и глубинные геодинамические процессы. Основными определяющими тенденциями развития геофизических исследований в настоящее время являются:

- создание новых и совершенствование существующих глобальных и региональных систем наблюдений на основе широкого использования современных телекоммуникационных средств и достижений в области автоматической обработки данных и эффективных методов работы с большими базами данных;
- выдвижение на первый план сложнейших задач комплексного моделирования физических процессов с использованием мощных вычислительных средств;
- интенсивное взаимодействие с другими научными дисциплинами, в первую очередь, с геохимией, физикой высоких давлений, материаловедением и др.

В русле первой тенденции следует отметить восстановление на новой качественной основе системы геомагнитных наблюдений на территории России, создание Геофизической службой РАН первоклассной системы комплексных геофизических наблюдений в сейсмоопасном Курило-Камчатском регионе и ее сегмента, образующего важную составную часть службы предупреждения о цунами, проведение широкой программы геофизических наблюдений в Арктическом регионе, включая оборудование и обеспечение функционирования обсерватории на о. Б.Самойловский. В целях изучения современных движений земной коры и мониторинга сейсмической обстановки успешно развиваются геодезические сети GPS и GLONASS наблюдений, в особенности на Кавказе и в Дальневосточном регионе. В интерпретации получаемых данных все большую роль играют алгоритмические системы искусственного интеллекта и распознавания образов.

Вторая тенденция находит свое выражение в разработке все более сложных моделей физических процессов в недрах Земли, на основе которых может быть

достигнут решающий прогресс в понимании эволюции нашей планеты и ее физических полей. Огромное значение приобретают исследования моделей генерации геомагнитного поля в ядре Земли, конвекции в мантии и взаимодействия этих глобальных процессов. Среди существенных результатов, полученных в последние годы, центральное место занимает установление связи изменений теплового режима в нижних частях мантии (отрыв мантийных плюмов или обрушение мантийных лавин) с обращениями главного геомагнитного поля.

Третья тенденция отражается в быстром росте исследований физико-химических свойств горных пород в самом различном контексте (изучение процессов нафтидогенеза и миграции углеводородов в коллекторах, исследование малоизученных до сих пор процессов преобразования вещества в узких зонах тектонических сдвигов, изучение процессов тепломассопереноса в земной коре и др.), настойчивом поиске решения проблемы влияния коровых и мантийных флюидов на реологические свойства среды.

Существенным продвижением следует считать совместные работы геофизиков и геохимиков/геологов по построению комплексных моделей структуры среды и зон нарушений в пределах крупных рудных месторождений (Стрельцовская кальдера и др.).

Закономерности формирования минерального, химического и изотопного состава Земли, космохимия планет и других тел Солнечной системы, возникновение и эволюция биосферы Земли, биогеохимические циклы и геохимическая роль организмов. Современные геохимические исследования направлены на изучение геохимии земной коры, геохимии мантии и ядра Земли, геохимии океана и океанического дна, геохимии атмосферы, геохимии магматических и метаморфических процессов, геохимии изотопов, геохронологии, биогеохимии, геохимии гидротермальных и рудообразующих процессов, геохимии процессов выветривания, геохимии нефти и газа. В последнее время резко возросло число работ по космохимии и геохимии планет, изотопной геохимии новых элементов, компьютерному моделированию геохимических процессов, геохимии ранней Земли.

По целому ряду направлений российская наука имеет весомые достижения.

Сегодня в мире в стадии наиболее интенсивного развития находятся изотопная геохимия и геохронология. В нашей стране развитие изотопной геохимии в значительной степени сдерживается ограниченным количеством современной аналитической аппаратуры. Вместе с тем следует отметить успехи отечественной науки в теоретических исследованиях изотопного фракционирования. В нашей стране создана теория биологического фракционирования изотопов, разработаны молекулярно-изотопные критерии для исследования процессов в органической и нефтяной геохимии. Работы в области изотопной органической геохимии отмечены международными премиями.

Существенен вклад российских ученых в создание термодинамики гидротермальных, рудообразующих процессов и минеральных реакций при метаморфизме и метасоматозе, в изучение геохимии рудных проявлений. Отечественная геохимия лидирует в исследованиях щелочного и карбонатитового магматизма Земли и связанных с ними редкометальных месторождений. Эти исследования ведутся в тесном контакте с зарубежными учеными.

Резко снизилась активность России в изучении геохимии океана и океанического дна, частично исследования проводится по совместным программам с учеными ФРГ, Норвегии, США, Индии, Франции. Следует отметить многолетние результативные работы в Арктических морях, прежде всего в Карском море.

Исследования геохимии мантии и ядра Земли получили существенное развитие в мировой науке последнего десятилетия, благодаря развитию сейсмической томографии и экспериментальным исследованиям химических и минеральных реакций при высоких

давлениях. Эта важная для будущего область геохимии не получила должного развития в российской науке, за исключением ряда признанных теоретических работ.

В силу объективных обстоятельств заметно замедлились исследования планет земной группы и их спутников. Тем не менее имеются определенные успехи в изучении современного вулканизма на Венере и результатов астероидной бомбардировки Луны.

В настоящее время получили развитие следующие направления прикладных геохимических исследований:

- распространенность и формы ископаемого органического вещества в земных недрах, выявление геохимических факторов образования нефти и газа, прогноз нефтегазоносности осадочных бассейнов России и оценка значимости экологической нагрузки в районах нефте- и газодобычи;

- разработка изотопных и других критериев для идентификации процессов формирования суперкрупных месторождений рудных, редких и благородных металлов, связанных с щелочными и карбонатитовыми магмами, а также алмазов в кимберлитах;

- восстановление элементного и изотопного состава примитивной мантии Земли;

-выявление закономерностей формирования и организации современных биогеохимических провинций; изучение влияния бактерий на процессы мобилизации и аккумуляции тяжелых металлов и других элементов.

Очевидно, что дальнейшее развитие геохимических исследований в нашей стране и ее соответствие мировому уровню существенно зависит от их обеспечения современными аналитическими приборами, а также от разработки новых оригинальных методов и программ обучения молодых специалистов с учетом современных достижений геохимии, воспитания у квалифицированной молодежи научной культуры и вкуса к фундаментальным и прикладным научным исследованиям.

Рудообразующие процессы, их эволюция в истории Земли, металлогенические эпохи и провинции и их связь с развитием литосферы; условия образования и закономерности размещения полезных ископаемых.

Металлы играют важнейшую роль в развитии и поддержании жизненного уровня современной цивилизации и обеспечении совершенствования современных высоких технологий. Производство металлов человечеством растет, увеличивается вдвое каждые 20-25 лет. Потребление некоторых из них, в частности золота, уже превысило его добычу. Начиная с 70-х лет прошлого столетия, нехватка этого металла (до 1000 т в год) компенсируется повторным его использованием (рециклинг). По оценке экспертов в ближайшие 20-30 лет наша цивилизация может столкнуться с острым дефицитом и других металлов. Это ставит перед специалистами в области изучения рудных месторождений задачу обеспечения страны минерально-сырьевыми ресурсами. Успехи в развитии этого важнейшего в науках о Земле направления напрямую зависят от усилий ученых по совершенствованию теории рудогенеза, принципов и методов изучения источников и механизмов концентрирования полезных ископаемых, от знаний особенностей их последующей эволюции в изменяющихся глубинных условиях.

Представляется крайне необходимым оценить перспективы минерально-сырьевого комплекса России с учетом потребностей того или иного металла в высокотехнологичных отраслях с одной стороны, и степенью риска их поставок с другой стороны. Этот подход практикуется в США, странах ЕС и Австралии. Такой анализ проведен для месторождений металлов, названных критическими. Выделяются две основные группы комплексных месторождений критических металлов: первая – собственно редкометалльные месторождения, руды которых содержат комплекс редких металлов и РЗЭ, и вторая – месторождения черных, цветных металлов, нерудного сырья, углей и других полезных ископаемых, в которых критические металлы являются попутными. Обеспеченность высокотехнологичной промышленности России

критическим минеральным сырьем с каждым годом становится все более острой, в связи с неуклонным сокращением богатых и относительно доступных в техническом и экономическом отношении месторождений и неустойчивостью его импорта из стран-продуцентов вследствие политической нестабильности в мире. К важным видам высокотехнологичных критических металлов для экономики России отнесены: Re, редкоземельные металлы, Nb, Be, Li, Ta, Sc, Ge, In, Ga, Bi, Cd, Hf.

В качестве основных источников высокотехнологичных критических металлов на территории России выделены 7 рудообразующих систем: порфирово-эпитермальная, орогенная, связанная с щелочным магматизмом и интрузивами гранитоидов, магматическая ультрабазитовая, колчеданно-вулканогенная, осадочно-вулканогенная, осадочных бассейнов, россыпей и кор выветривания. К перспективным типам рудных месторождений, содержащим попутные высокотехнологичные критические металлы в недрах России, отнесены: Cu-Mo-порфировый, Fe-Cu-Au- и Pb-Zn-скарновый, полиметаллический эпитермальный, колчеданно-полиметаллический вулканогенный, стратиформно-полиметаллический (тип Миссисипи), оловорудных грейзенов, а также редкоземельные россыпи. Необходимо также отметить высокие перспективы развития попутной добычи РЗМ из разрабатываемых комплексных апатит-редкометалльных месторождений Хибинской группы, расположенных на Кольском п-ове.

Следует отметить, что важную роль в решении проблем минерально-сырьевого комплекса, необходимого для развития высокотехнологичной индустрии, должна сыграть арктическая зона РФ. В ней, от Кольского до Чукотского регионов, размещается более десятка крупных минерально-сырьевых центров (МСЦ) с преимущественно комплексной минерагенией, в пределах которых Государственным балансом учтено 702 месторождения по 23 видам металлических и неметаллических ископаемых.

Среди основных достижений следует отметить следующие.

- Разработка геолого-генетических моделей крупных и уникальных месторождений критических металлов, включая такие как Томторское месторождение редких металлов и земель, Норильские месторождения платиноидов, редкоземельные месторождения и платиноидов Кольского полуострова. Предложенные модели основаны на новейших фундаментальных результатах геохронологических и изотопно-геохимических исследований зарождения и эволюции магм и флюидов в рудно-магматических системах, связанных с разными геодинамическими обстановками.

- Получение новых данных 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 высоко технологичных отраслях. Эти данные могут служить основой для разработки новых технологий извлечения ценных попутных компонентов.

- Обоснование важного металлогенического значения окисленного состояния магм и выявление особенностей химического и изотопного состава флюидов, присущих только определенным типам рудообразующих систем. Получены принципиально новые данные о концентрации металлов и условиях их отщепления, от магм, переноса и отложения в рудно-магматических системах.

Развитие теории рудообразования значительно сдерживается целым рядом факторов. Среди них: а) закрытие разрабатывавшихся ранее и медленное вовлечение в разведку и эксплуатацию новых рудных месторождений; б) нежелание частных фирм сотрудничать с отечественными академическими организациями, что не дает доступа научным организациям к новому фактическому материалу; в) отсутствие современной аналитической базы, что не дает возможности конкурировать с лучшими зарубежными научными центрами; г) недостаток молодых высококвалифицированных кадров, д) снижение уровня подготовки кадров ВУЗами страны.

Геология месторождений углеводородного сырья, фундаментальные проблемы геологии и геохимии нефти и газа, научные основы формирования сырьевой базы традиционных и нетрадиционных источников углеводородного сырья. Вклад ученых в этом сегменте академической науки традиционно реализуется по двум важнейшим, тесно взаимосвязанным направлениям – фундаментальному и прикладному. Фундаментальное направление, помимо разработки теоретических основ нафтидогенеза и совершенствования парадигмы образования углеводородов в земной коре, большое внимание уделяет научному обоснованию устойчивости работы нефтегазового комплекса России в долгосрочной перспективе, связывая это в первую очередь с инновационным подходом к решению современных ключевых проблем отрасли и с разработкой выверенной и эффективной стратегии ее развития. В подготовленных учеными ИНГГ СО РАН (академик РАН А.Э. Конторович) предложениях к реализации стратегических национальных приоритетов рассматриваются пессимистичный и оптимистичный варианты прогноза добычи нефти в России до 2040 года. В связи с первым вариантом обращается внимание на ухудшение качества и исчерпаемость не только запасов, но и ресурсов нефти в традиционных типах месторождений, а также усложнение условий разведки и добычи нефти и газа в новых регионах на севере и востоке страны, на шельфах арктических и дальневосточных морей. В этих условиях необходимо государственное участие в проведении широкомасштабных геологических работ по поиску, оценке и разведке нетрадиционных источников углеводородов. Приоритетными направлениями здесь являются геологическое изучение, разведка и разработка нефти баженовской свиты в Западной Сибири, отложений доманика в Европейской части России, карбонатных отложений рифея и венда в Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции, а также шельфов Охотского, Печорского, Каспийского, Карского морей и др. В решении всех этих проблем в 20-40 гг. XXI века наряду с баженовской свитой Западной Сибири будут играть нефтяные и газовые ресурсы шельфов российских морей Северного Ледовитого океана. Изучение и освоение всех этих объектов потребует серьезных инвестиций государства (в первую очередь, в научное и технологическое сопровождение работ), развития отечественного машиностроения и приборостроения, долгосрочного и реального партнерства государства и бизнеса. Перечисленный источники укрепления минерально-сырьевой базы при их последовательном освоении и наличии политической воли в достижении намеченных целей делают вполне реальным просчитанный в ИНГГ СО РАН оптимистический вариант роста добычи нефти. В этом варианте добыча нефти в 2030 г. возрастет до 648 млн. тонн, в 2040 г. – 654 млн. тонн. Точно также, анализ ситуации показал, что большие перспективы и оптимизм в развитии нефтегазохимической отрасли связаны с вовлечением переработку так называемого «жирного» газа. Только в Западной Сибири, в Ямало-Ненецком автономном округе в настоящее время его добыча превышает 90 млрд. в год. Для его рационального использования необходимо создать газоперерабатывающие мощности и продуктопроводы и перевести отечественную нефтегазохимии с нафты, как основного сырья, на этан и пропан-бутановую фракции, подобно тому, как это делается в США. По этому пути пошли сейчас и газопроизводители стран Персидского залива (Катар, Иран, Садовская Аравия). При использовании этого сырья и развития соответствующих мощностей газопереработки на севере Западной и в Восточной Сибири Россия могла бы стать одной из передовых держав мира по объемам нефтегазохимической продукции.

Прикладные направления нефтегазовой науки в области разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, успешно развиваемые в ИПНГ РАН, в настоящее время ориентированы в первую очередь на решение задач полноты извлечения нефти и газа из природных резервуаров. На решение соответствующих подзадач нацелены комплексные лабораторные, промысловые и компьютерные

исследования. На сегодняшний день в мировой практике планка признания величины КПД нефтяного недропользования – достижение коэффициента извлечения нефти (КИН) – более 50%. Поэтому все разработки крупнейших нефтегазовых компаний мира направлены на то, чтобы достичь и превзойти указанный уровень. В России данный КПД крайне низок. Если в советские времена страна стремилась к КИН на уровне 42-45%, то сейчас Россия может рассчитывать на конечный КИН не более 33% в среднем по всем месторождениям нефти страны. Таким образом, не менее 67% нефти останется в пластах после окончания разработки нефтяных месторождений. Не лучше обстоит ситуация с газовыми месторождениями. Так КПД на Госбалансе (коэффициент газоотдачи) по всем месторождениям числится в размере 100%. Однако, на сегодня нередко встают проблемы с продолжением эксплуатации газовых месторождений-гигантов с остаточными запасами низконапорного газа в сотни миллиардов кубометров газа. Еще острее проблема с коэффициентом конденсатоотдачи (КИК). Ибо все газоконденсатные месторождения в стране разрабатываются в режиме истощения пластовой энергии. Это при том, что в бензиновом эквиваленте тонна конденсата эквивалентна 2-3 и более тоннам нефти. Не утешительна ситуация в России и с полнотой извлечения нефти из нефтяных оторочек. КИН по нефтяным оторочкам обычно находится в диапазоне 10-30% от начальных геологических запасов. Именно в связи с этим усилия ученых направлены сейчас на решение проблем в области фильтрации и повышения компонентоотдачи. Разрабатываются новые математические модели фильтрации в пористых средах. Обосновываются новые и совершенствуются существующие технологии разработки нефтегазоконденсатных месторождений, Так, в ИПНГ РАН разрабатываются многофункциональные технологии, существенно повышающие коэффициенты извлечения всех компонентов, то есть газа, конденсата и нефти из пласта. Аналога соответствующим исследованиям в мире нет. Заметные успехи связаны также с разработкой с помощью 3D компьютерного моделирования инновационной Концепции эффективного (реалистичного) порового пространства материнской матрицы, которая позволяет более рационально управлять процессом разработки месторождений нефти и газа в замкнутом цикле. Создано математическое обеспечение для безлюдной интеллектуальной эксплуатации месторождений.

Комплексное освоение и сохранение недр Земли, инновационные процессы разработки месторождений полезных ископаемых и глубокой переработки минерального сырья. Фундаментальные исследования в области горных наук обусловлены развитием современных представлений о состоянии литосферы и связаны с концептуальным переходом от разработки технологий для добычи полезных ископаемых к парадигме рационального техногенного преобразования недр в ходе их освоения. Развивается методология перехода от одной геотехнологии к другой – от открытой добычи к подземной, от физико-технических способов разработки к физико-химическим, от обрушения горных массивов к закладке выработанных пространств, от принудительного обрушения массивов к самообрушению. (ИПКОН РАН, ИГД СО РАН, ИГД УрО РАН, ГоИ КНЦ РАН)

В области переработки минерального сырья были получены новые научные знания о процессах и закономерностях дезинтеграции и вскрытия тонкодисперсных минеральных комплексов, концентрации и извлечения ценных компонентов из руд сложного вещественного состава и техногенного сырья. Научно обоснована эффективность фотометрических методов сепарации бедных и забалансовых руд благородных металлов, обеспечивающих за счет повышения содержания ценных компонантов в исходном сырье вовлечение их в переработку и, как следствие, расширение минерально-сырьевой базы России. (ИПКОН РАН, ГоИ КНЦ РАН)

Обоснованы принципы управления минерально-сырьевыми потоками в горнотехнических системах с полным циклом комплексного освоения недр. Теоретически обосновано и экспериментально доказано, что в пределах

горнотехнической системы может и должен быть организован замкнутый оборот минерального вещества. Для этого в цикл комплексного освоения недр наряду с добычей и обогащения руд включены физико-химические способы извлечения полезного ископаемого из недр и процессы глубокой переработки техногенного сырья с обязательной утилизацией всех невостребованных промышленностью отходов в выработанном пространстве карьеров и шахт.

В прикладных исследованиях произошла реализация теоретических идей проектирования горных производств, функционирующих в подземном пространстве. На ряде крупных горно-металлургических комбинатов реализуются современные технологии рудоподготовки, дезинтеграции, флотации и комбинированные химико-обогатительные процессы комплексного извлечения ценных компонентов. Получили развитие результаты исследований, направленных на совершенствование средств и методов геомониторинга при освоении месторождений полезных ископаемых, а также подземного пространства мегаполисов. Исследованы и внедрены системы позиционирования для управления качеством потоков руды при добыче полезных ископаемых (ИПКОН РАН, ИГД СО РАН, ГоИ КНЦ РАН, ГИ УрО РАН).

Перспективы развития горных наук связаны с проведением поисковых фундаментальных и прикладных исследований в области ресурсосбережения, в первую очередь, повышения энергоэффективности освоения недр с обеспечением промышленной и экологической безопасности, комплексной и глубокой переработкой нетрадиционного минерального сырья.

Основные трудности связаны с недостаточным уровнем общеобразовательной и профессиональной подготовки научных кадров и малая заинтересованность их в работе в научных учреждениях.

Мировой океан (физические, химические и биологические процессы, геология, геодинамика и минеральные ресурсы океанской литосферы и континентальных окраин; роль океана в формировании климата Земли, современные климатические и антропогенные изменения океанских природных систем). Наиболее актуальными вопросами океанологии сегодня становятся задачи, связанные с ролью океана в формировании изменчивости климата, освоением природных ресурсов, строительством морских сооружений, уменьшением антропогенных воздействий на океан и загрязнений, а также прогнозирование природных катастроф и смягчение их последствий.

Современный период изучения физических проблем Мирового океана характеризуется переходом к качественно новому уровню знаний о Мировом океане, что определяется следующими факторами:

- появлением данных натурных наблюдений, обеспечивающих более высокое пространственное и временное разрешение за счет развития средств спутникового дистанционного зондирования, а также дрейфующих буев нейтральной плавучести (программа ARGO) и других новых измерительных систем;

- ускоренно растущими возможностями вычислительных средств, позволяющих прямое интегрирование основных динамических уравнений в численных вихреразрешающих моделях на глобальных сетках.

Это дает возможность анализировать многие природные процессы в океане, не прибегая к упрощениям. Наблюдается тенденция к постепенному переходу физической океанологии от задач общенаучного характера к региональным, прикладным и инженерным проблемам, при этом востребованность обществом результатов океанологической науки только возрастает.

Наиболее важные результаты исследований 2015 года следующие:

- На основе анализа пространственного распределения поверхностной температуры Мирового океана с ноября 1981г. по настоящее время выделены три статистически значимые нелинейные динамические моды климатической

изменчивости. Первая полностью описывает годичную изменчивость климатической системы. Вторая ответственна за Эль-Ниньо – Южное колебание; кроме того совместно с третьей модой, она, объясняет значительную часть тихоокеанской и атлантической динамики. Доказана связь найденных мод с декадной изменчивостью климата: подтверждено наличие климатического сдвига в конце 20-го века, приведшего к холодной (отрицательной) фазе Тихоокеанского декадного колебания, во многом определяющей наблюдаемое замедление потепления атмосферы.

- Зарегистрированы следы аномально глубокой зимней конвекции в море Ирмингера (Северная Атлантика), которая распространялась до глубины 1300 м. Конвекции подобной интенсивности в этом районе океана не наблюдалось в течение 20 лет. Углубление конвекции свидетельствует об ускорении нижнего «лабрадорского» звена глобального конвейера вод в Северной Атлантике и указывает на интенсификацию зимней циклонической активности в атмосфере, которая остановила (возможно, временно) глобальный тренд потепления океана в Субполярном круговороте Северной Атлантике.

- В рамках вихреразрешающей многослойной региональной численной модели циркуляции океана проведен анализ вертикальной структуры глубоководных вихрей в котловине Японского моря и описаны особенности эволюции типичных топографически обусловленных антициклонических вихрей в течение года. Определена зона влияния теплых и более соленых тихоокеанских вод, проникающих через Берингов пролив в Чукотское и Восточно-Сибирское море.

- Для Черноморского региона разработана и апробирована новая эффективная методика морских прогнозов, позволяющая воспроизводить текущее состояние Черного моря и прогнозировать распределение течений, температуры и солености во всей толще вод этого бассейна. Созданные алгоритмы могут составить основу национальной системы морских прогнозов в морях России, Арктическом бассейне и других, стратегически важных, районах Мирового океана.

- Получены новые уникальные данные о морфологии дна и окружающей среде районов подводной разгрузки углеводородов в море Лаптевых, о состоянии экологии акваторий заливов Новой Земли в Карском море и Новоземельской впадины в условиях захоронений радиоактивных отходов. Уточнены координаты подводных объектов, содержащих радиоактивные отходы, визуально определен их тип и состояние.

- Изучены процессы современного гидротермального рудообразования, связанные с взаимодействием «вода–базальт» в земной коре океанского типа в районах гидротермальных полей. Гидротермальный процесс идет на поверхности дна/или в подповерхностных слоях и связан с тектоно-магматическим фактором – скоростью спрединга (от 3 до 16-18 см/год), что обусловлено взаимодействием горячих базальтов с холодной морской водой.

- Детально изучены руды (минеральный, химический и изотопный состав, органическое вещество, уникальная биота) девяти гидротермальных полей на разрезе 15-40°с.ш. Срединно-Атлантического хребта, с малыми скоростями спрединга (менее 3 см/год), а также состав и свойства гидротермальных растворов, из которых они образуются.

- Открыты рудопроявления с промышленными содержаниями полиметаллов и благородных металлов с запасами в миллионы тонн руды. Сделан прогноз, что в будущем следует ожидать открытия новых более крупных месторождений.

- Показано, что оценки накопленного экологического ущерба в стоимостной и натуральной форме недостаточны при реализации закрепленного в международных правовых актах принципа предосторожности, который используется при принятии управленческих решений в случаях возникновения угрозы серьезного или необратимого ущерба. Впервые обоснована эколого-экономическая категория «экологический долг». Предложено учесть ее в проекте федерального закона «О

государственном управлении морской деятельностью Российской Федерации» направлены в Минэкономразвития РФ. Введение новой категории позволит более полно использовать этот важный принцип для обеспечения экологической безопасности морской деятельности Российской Федерации.

Актуальность и приоритетность развития океанологии и, в частности, морской исследовательской подводной техники, определяется необходимостью разработки эффективных технологий для решения не только научных, но и государственных задач по освоению ресурсного потенциала континентального шельфа России. Вместе с тем, нельзя не отметить, что уровень исследований и разработок морской техники и передовых технологий изучения и освоения океана ограничивается недостаточным финансированием науки в целом и данного научного направления в частности. Это одна из главных причин резкого сокращения морских научных экспедиций, обеспечивающих получение научного материала. Критичным является и положение с квалифицированными кадрами. Сформировавшийся за десятилетия коллектив высококвалифицированных специалистов, внесших большой вклад в разработку методов глубоководных погружений в научных и оборонных целях с использованием обитаемых подводных аппаратов «Мир-1» и «Мир-2», телеуправляемых подводных роботов, а также гидролокационных и водолазных технологий, значительно сократился. Реформа науки привела к нежелательной трансформации управления, порождению большей бюрократии и оттоку молодежи из науки. Решение этих проблем позволило бы привлекать молодых специалистов, без которых вернуть утраченные позиции в этой приоритетной для всех развитых стран области науки невозможно.

Поверхностные и подземные воды суши – ресурсы и качество, процессы формирования, динамика и механизмы природных и антропогенных изменений; стратегия водообеспечения и водопользования страны. Вопросы, связанные с обеспечением экономики и населения водой, остаются актуальными, что обусловлено существующими и имеющими тенденцию усугубляться проблемами доступности водных ресурсов и качества природных вод не только в России, но и в мире. Причины – повсеместное истощение водных ресурсов, возрастание повторяемости экстремальных явлений и деградация водных экосистем.

В отчетном году научные исследования были ориентированы на создание новых методов, моделей и технологий 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 2015 г. выполнены фундаментальные научные исследования, результаты которых могут послужить методической основой для успешного решения федеральных и региональных проблем в рамках реализации Водной стратегии РФ. В их числе наиболее важны следующие:

- усовершенствованы методы информационного обеспечения принятия решений по управлению риском наводнений, основанные на комплексе моделей формирования стока в речных бассейнах, гидродинамических моделей движения паводковых волн по речной системе с использованием ГИС-ориентированных технологий картирования затоплений и обработки спутниковых данных;

- созданы методики долгосрочных (с заблаговременностью 2-3 месяца) ансамблевых прогнозов стока в период весеннего половодья и летней межени, позволяющие дополнить традиционные прогнозы наиболее вероятных характеристик сезонного стока прогнозами ансамблей прогнозируемых характеристик, что позволяет учесть риск ошибок прогноза;

- разработаны методы оценки последствий изменения климата для ряда крупных речных бассейнов России, основанные на современных гидрологических и климатических моделях;

- оценены современные ресурсы поверхностных и подземных вод по регионам и субъектам РФ, издан Атлас возобновляемых водных ресурсов Европейской части России;

- данные гидрологического мониторинга по территории Российской Федерации обобщены в виде справочных изданий и карт расчетных гидрологических характеристик рек в бассейнах Верхней Волги, Камы и Нижней Волги; составлены научно-прикладные справочники основных гидрологических характеристик указанных бассейнов;

- впервые определены региональные и глобальные особенности внутривековых изменений уровней и элементов водного баланса крупнейших озер России, таких как Байкал, Ладожское, Онежское и бессточное Каспийское море–озеро;

- оценено современное состояние озерного фонда Европейской территории России (ЕТР). Показано, что озерные водные ресурсы ЕТР составляют ~1 370 км^3, из которых 99 % сконцентрировано в озерах Северо-Западного региона, при этом ~60 % озерных вод ЕТР характеризуются как условно чистые. С начала 21-го века отмечается стабилизация экологического состояния ряда крупнейших озер, в то же время состояние многих малых и средних водоемов характеризуется как неблагоприятное. Снижение качества воды имеет место в ранее благополучных регионах, в том числе и на северо-востоке ЕТР, заметно сократились площади ряда водоемов в центре и на юге ЕТР;

- сформулирована концепция анализа водных ресурсов как фактора диверсификации экономики России и ее регионов. Сопоставление данных по использованию водных ресурсов на все нужды и суммы валового регионального продукта (ВРП) субъектов РФ, показало, что, несмотря на продолжающийся спад в хозяйственном использования воды (например в субъектах Федерации в бассейне р. Волга), ВРП неуклонно растет. Это свидетельствуют о том, что на фоне снижения использования воды в сфере реального производства (промышленности и сельского хозяйство), рост ВРП обеспечивается в основном за счет развития маловодоемкой сферы услуг;

- создана методология комбинированного подхода к внедрению наилучших доступных технологий (НДТ) в практику регулирования антропогенных воздействий на окружающую среду и водные объекты с целью поиска возможностей управления водопользованием;

- обоснована новая система оценки объема загрязненных вод, существенно улучшающая действующие правила нормирования сброса сточных вод; разработана новая методика оценки допустимой антропогенной нагрузки на водные объекты с учетом их ассимиляционной способности в природном состоянии.

Получены фундаментальные результаты в изучении реакции крупных речных бассейнов на происходящие и прогнозируемые изменения. Для ряда крупных рек арктического бассейна России показано, что разработанные сценарии развития экономики в 21 веке, предусматривающие ограничение эмиссии парниковых газов, позволят снизить имеющие место в настоящее время аномалии речного стока. В то же время показано, что реакция регионального климата и водных ресурсов на это ограничение происходит с запаздыванием в 10-20 лет, что необходимо учитывать при планировании мероприятий по адаптации водохозяйственного комплекса страны к возможным климатическим изменениям.

Получены новые результаты в области оценки экономического ущерба при затоплении населенных пунктов и объектов хозяйственной деятельности, разработки технологий оценки эффективности структурных мероприятий по защите от наводнений

(строительство водохранилищ, защитных дамб, изменение морфометрии русел и т.п.) с учетом экономической целесообразности и сопоставления альтернативных издержек.

Важная прикладная задача – зонирование всей территории страны по степени опасности водообусловленных стихийных бедствий и разработка методологии нормирования и стандартизации видов хозяйственной и иной деятельности (прежде всего строительства) в выделяемых зонах. Эта работа может быть выполнена только совместно силами всех институтов гидрологического и географического профиля.

Другая важнейшая задача междисциплинарного характера – разработка системы управления водохозяйственным комплексом страны с учётом его экономических (инфраструктурных и сырьевых), социальных и экологических функций. В настоящее время в системе исполнительной власти нет органа, который ведал бы водохозяйственным комплексом как целым. Более того, некоторые функции этого комплекса (в частности охрана вод) вообще оказались вне компетенции какого-либо органа. В результате такие функции выполняются, как правило, неудовлетворительно. Однако для решения этой проблемы важны не только прикладные исследования, но и работа над фундаментальной тематикой, в частности, построение новых классов моделей управления сложными водохозяйственными системами, функционирующими в условиях неопределённости. В связи с этим необходимы новые федеральные целевые программы, которые будут объединять фундаментальные междисциплинарные исследования, направленные на решение комплекса важных практических задач, появившихся в последнее время и связанных как с участившимися экстремальными гидрологическими событиями, так и с возрастающим антропогенным воздействием на водосборные бассейны, водоемы и водотоки.

Физические и химические процессы в атмосфере, включая ионосферу и магнитосферу Земли, криосфере и на поверхности Земли, механизмы формирования и современные изменения климата, ландшафтов, оледенения и многолетнемерзлых грунтов. Изменения климата и экологические проблемы – глобальные проблемы 21 века, тесно связаны с физикой и химией атмосферы. Причины быстрых изменений климата с учащением экстремальных явлений в глобальном масштабе могут быть вызваны изменением состава атмосферы и увеличением её парниковых свойств. Региональные проблемы особенно важны для России, имеющей большую территорию. Для нашей страны характерны высокие скорости климатических изменений и экстремальные аномалии, такие как летняя жара и засуха в 2010 г., наводнения в Крымске в 2012 г., на Амуре в 2013 г., на Алтае в 2014 г. При этом в России в последние десятилетия существенно возросла повторяемость экстремальных погодно-климатических явлений. Не противоречат общему потеплению и экстремальные морозы, отмечающиеся в регионах Евразии и Северной Америки. В засушливых регионах, в частности в регионах Ближнего Востока, высок риск усиления засух с тяжелыми социально-экономическими последствиями. При этом имеющие место региональные аномалии на фоне вековых тенденций могут усугубляться влиянием таких глобальных явлений, как Эль-Ниньо, Арктического, Атлантического и Тихоокеанского колебаний с периодичностью от нескольких лет до нескольких десятков лет. Их проявления должны тщательно регистрироваться и анализироваться спутниковыми и наземными системами наблюдений в сочетании с глобальными и региональных модельными расчетами.

Состояние криосферы, включая проблемы устойчивости вечной мерзлоты, важны для России в связи с тем, что льды, снега и мерзлота занимают огромную территорию северо-востока Европейской части, северной и центральной Сибири и простираются на шельф Северного Ледовитого океана. Существует объективная необходимость дальнейшего совершенствования теории формирования криолитозоны и выработки методологических подходов к созданию основ криостратиграфии, включающих разработку критериев определения криостратиграфических горизонтов и

выделения локальных и территориальных криостратотипов. Отмечена важность изучения роли живого вещества в криолитозоне.

Основные достижения 2015 года.

- По результатам наземных спектрометрических измерений отмечены значительные отрицательные аномалии стратосферного содержания NO_2 в зимне-весенний период 2011 г. на ряде полярных и среднеширотных станций Северного полушария. Они сопровождались аномалиями общего содержания озона (ОСО) и температуры в стратосфере и были связаны с переносом воздуха из области озонной дыры в арктической атмосфере. Уровень рекордных аномалий общего содержания (ОС) NO_2 уменьшается с понижением широты от 50-55% в арктической области до 40% в средних широтах.

- На основе численной региональной атмосферной модели WRF-3.7 с подключенной к ней моделью океана PWP впервые проведено моделирование экстремальных синоптических ситуаций в 2005, 2014 и 2015 гг. в акватории Черного моря, включая аномальные квазитропические циклоны, явления новороссийской боры и холодных вторжений воздуха в осенне-зимний периоды. Исследованы механизмы возникновения опасных штормовых нагонов в Таганрогском заливе, приводящих к затоплению дельты Дона.

- Впервые получена количественная оценка пузырькового переноса метана из донных отложений морей Восточно-Сибирского шельфа (ВСШ). Показано, что в зависимости от состояния подводной мерзлоты, величина этого потока изменяется на пять порядков: от миллиграммов до сотен граммов с $м^2$/сут. Перенасыщенные метаном водные массы ВСШ переносятся течениями в Северный Ледовитый океан.

- Впервые установлено, что аномальное понижение общего содержания озона (ОСО) над Томском в апреле 2011 г. связано с разрушением стратосферного озона на поверхности вулканогенной сажи, выброшенной в тропическую стратосферу при извержении индонезийского вулкана Мерапи в ноябре 2010 г.

- Продолжены мониторинговые геокриологические наблюдения на участках без техногенных нарушений для пополнения международной общедоступной базы данных GTN-P. Установлено, что потепление климата вызывает повышение температуры мерзлых пород на глубине годовых теплооборотов: температура мерзлых грунтов на территории города Якутска за последние 80 лет повысилась на 3º С. Происходит существенная трансформация геокриологических условий в приповерхностной части многолетнемерзлых толщ, в результате чего появляются соленые воды. Динамика их уровня и изменения химического состава свидетельствуют о переходе мерзлых пород в талое состояние. Подобная трансформация геокриологической обстановки на территориях северных городов России существенно снижает несущую способность мерзлых оснований зданий и сооружений, повышая угрозу разрушения и аварийности.

- Показано, что в зоне островного распространения многолетнемерзлых пород (ММП) северной тайги Западной Сибири наиболее чувствительные к изменению климата криогенные ландшафты начали разрушаться, что проявляется в образовании термокарстовых западин и трещин на поверхности. На более устойчивых ландшафтах видимые признаки разрушения пока отсутствуют, температуры в слое годовых колебаний поднимаются медленно, но уже приближаются к нулю. За два последних года резко увеличилась глубина сезонного протаивания грунтов. Это свидетельствует о том, что криогенные ландшафты, не имеющие следов разрушения, находятся в состоянии, близком к критическому.

Развитие и совершенствование атмосферных и климатических моделей с взаимодействием атмосферы, гидросферы (океана), деятельного слоя суши, биосферы и криосферы является важной задачей современной науки, что особенно значимо для России. В настоящее время это уже вопрос национальной безопасности.

Специализированные модели должны использоваться для описания глобальных и региональных изменений состава атмосферы и качества воздуха.

В России необходимо развитие системы базовых станций с современными комплексами необходимых измерений ключевых атмосферных составляющих в рамках мировой сети наблюдений. Наряду с наблюдательной системой Росгидромета необходимо развитие современных геосферных стационаров/обсерваторий в системе академических институтов, в том числе Звенигородского и Кисловодского высокогорного стационаров Института физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН в Европейской части России, подобных станций в азиатской части страны, в частности в Томске, Иркутске и Красноярске. Необходима государственная поддержка соответствующих станций в Арктике, станции в Зотино в центре Сибири. В сочетании с планируемыми к запуску спутниковыми системами сеть наземных станций может проводить современный мониторинг состава атмосферы, состояния земной поверхности и обеспечивать тестирование спутниковых данных.

Катастрофические эндогенные и экзогенные процессы, включая экстремальные изменения космической погоды: проблемы прогноза и снижения уровня негативных последствий. Исследования по данному направлению ведутся в рамках различных проектов и программ и, в первую очередь, через Программу Президиума РАН 18П «Природные катастрофы и адаптационные процессы в условиях изменяющегося климата и развития атомной энергетики» (координатор, академик РАН Н.П. Лаверов).

К этому следует добавить, что помимо чисто научных изысканий прилагаются усилия по практической реализации шагов, направленных на снижение рисков и потерь (материальных и человеческих) от природных катастрофических явлений. В частности, именно благодаря настойчивым обращениям ученых РАН в федеральные органы власти (академики РАН В.Е. Фортов, Н.П. Лаверов, С.А. Федотов) начата и продолжается важнейшая работа по сейсмоукреплению жилого и промышленного фонда на Камчатке, Сахалине и Курилах.

По теме «Вулканизм и его роль в формировании среды обитания: вулканоопасность, в том числе воздействие на транспортные сети, геотермальная энергетика» выполнены исследования экстремальных вулканических проявлений в областях новейшего вулканизма. Изучались источники магмогенерации, геодинамические условия проявления, давались оценки возможных негативных последствий и пути их снижения. В рамках проекта «Мониторинг вулканической деятельности Курило-Камчатской островной дуги с применением средств дистанционного зондирования, включая разномасштабную съемку вулканов с РС МКС» были впервые осуществлены системные наблюдения за вулканами Курило-Камчатской островной дуги с борта Российского Сегмента Международной Космической Станции (РС МКС). Мониторинг вулканов проводился экипажем 39/40 экспедиции, в рамках данного проекта. Получены перспективные и плановые снимки в видимом диапазоне активных вулканов Камчатки и некоторых вулканов Курил, доступные на геопартале ИВиС ДВО РАН.

По теме «Режимы адаптации ледников полярных областей Земли к изменениям климата» разработаны технология и метод интеграции разнородных пространственных данных для исследования изменений в криосфере и их последствий в условиях меняющегося климата». Дана оценка характерных изменений высоты поверхности, формы и элементов баланса массы полярных ледников в ключевых районах Арктики как показателей их адаптации к условиям изменяющегося климата. Работы 2015 г. существенно расширили информационную базу для исследования компонентов криосферы. Подготовленные в рамках проекта цифровые модели нивально-гляциальных систем разного уровня интегрированы в единую базу данных и опубликованы в мультимедийном Атласе «Снег и лед на Земле» на портале География

ИГ РАН. Еще один проект этого направления «Экстремальные и катастрофические явления при взаимодействии атмосферы с поверхностью суши и океана» ориентирован на разработку технологии теоретического и экспериментального мониторинга взаимодействия системы атмосфера- море и создание новых технологий расчета характеристик приводного пограничного слоя атмосферы в прибрежных районах с целью предсказания катастрофических климатических явлений. Результаты проекта важны для снижения рисков, связанных с неблагоприятными климатическими и погодными факторами, при инвестициях в развитие добычи полезных ископаемых, курортной и спортивной инфраструктуры в прибрежных зонах РФ.

По теме «Оценка последствий и пути снижения радиационного воздействия на природную среду, включая Арктические регионы, с целью решения проблем безопасности в условиях ускоренного развития атомной энергетики» изучались вопросы радиационно-экологической безопасности работ, выполняемых на начальном и конечном этапах замкнутого ядерного топливного цикла. Оценивались условия, пути и механизмы миграции и накопления урана на примере карьера Тулукуевского уранового месторождения, Стрельцовское рудное поле. Было выяснено, что важнейшим механизмом задержки урана является его сорбция разнообразными окси-гидроксидами Fe, Mn и Ti. Особую роль подобных геохимических барьеров, приуроченных к разрывным нарушениям, необходимо учитывать при создании моделей миграции урана (а также искусственных трансурановых актинидов – Np, Pu) в окислительных условиях. Это имеет принципиальное значение для оценки долговременной безопасности хранилищ ОЯТ.

По теме «Научные основы обращения с высокоактивными отходами (ВАО) замкнутого ядерного топливного цикла реакторов на тепловых и быстрых нейтронах и создания способов их надежной изоляции» **в**первые получен образец матрицы для включения актинидной фракции с составом вблизи эвтектики ромбический титанат РЗЭ – рутил, имитаторами отходов служили уран и РЗЭ. Изучено распределение U в матрицах РЗЭ-актинидной фракции на основе пирохлора $Ln_2(Ti,Zr)_2O_7$, моноклинного и ромбического титанаов с формулами $Ln_2Ti_2O_7$ и $Ln_4Ti_9O_{24}$, где Ln – смесь лантанидов, имитирующая отходы данной актинидной фракции.

Эволюция окружающей среды и климата под воздействием природных и антропогенных факторов, научные основы рационального природопользования и устойчивого развития; территориальная организация хозяйства и обществ. В новейших географических исследованиях рассматриваются и анализируются структуры и изменения (эволюция, динамика) как отдельных геосистем в целом, так и их отдельных компонентов: рельефа, почв, растительности и животного мира, компонентов гидросферы и климата.

Объект географических исследований – наша планета, ее природа, хозяйство и население, меняются очень быстро и, к сожалению, часто необратимо и не предсказуемо. Показателен именно 2015 год, т.к. в этот период сконцентрировались и в пространстве и во времени проблемы, связанные с закономерно растущей частотой и масштабностью природных, природно-техногенных, экономических и социальных трансформаций, аномальных событий политической, экономической и социальной жизни России и ее регионов. Понятно, что это происходит не столько за счет изменений окружающей среды, включая климат, сколько за счет пространственной экспансии населения и хозяйства («растекания жизни» – по *Вернадскому*). Главное – при росте числа внешних (санкции, национальная безопасность, терроризм, конфликты в ближнем и дальнем зарубежье, нестабильный глобальный рынок, снижение цен на углеводороды, многоликость политических противостояний, приграничная напряженность и пр.) и внутренних (рост трат на оборону, не диверсифицированная экономика, разница в развитии регионов, провалы в социальной сфере и в

миграционной политике и пр.) проблем возросло количество ошибочных тактических и стратегических пространственных решений в управлении экономикой.

Спецификой географических исследований является комплексный, территориальный подход. Изучаются и оцениваются не отдельные элементы, компоненты природы, населения, хозяйства, а их территориальные сочетания, территориальные системы – когда охватываются и межкомпонентные связи и сопряжения. Такие территориальные системы выделяются и изучаются как в природной среде, так и в социально-экономической. Территориальные природные и социально-экономические системы наиболее адекватно отражают реальную действительность: как природные образования существуют в виде сочетаний различных внутренне взаимосвязанных компонентов, так и население и хозяйство существуют в виде тесно связанных сочетаний групп населения, объектов хозяйства и инфраструктуры. Такие сочетания можно характеризовать как социально-экономические.

В 2015 году получены ряд важных практических результатов.

- Выявлена динамики площадей аграрных угодий в России в XX – начале XXI вв. С конца XIX в. на ранее освоенной территории страны сформировалась «полоса падения» площадей на севере, «зона роста» на юге и «зона стабильности» между ними. Эта полоса сохранялась на протяжении всего века до наших дней, пережив катаклизмы первой половины столетия, застой, перестройку, экономическую катастрофу 1990-х годов. Основные формирующие её факторы – динамика численности сельского населения (в т.ч. депопуляция) и биоклиматический потенциал (в т.ч. потепление климата). В «полосе падения» происходят процессы естественной ренатурализации ландшафтов и формирование на месте аграрных угодий вторичных лесов, что ставит вопрос о смене режима пользования этими землями и переводе части их из категории сельскохозяйственных в лесные.

- Впервые по результатам пространственного анализа и сопоставления природных и преобразованных человеком территорий в ГИС-формате составлена индикативная карта Экологического каркаса Российской Федерации. Уникальная и исключительно информативная карта должна стать основой для уточнения природоохранной ценности территорий и определения перспектив развития территориальной охраны природы в стране.

- Впервые рассчитан водный баланс и определен состав почвенных растворов аридных почв бессточных территорий юга Западной Сибири. Установлено, что концентрация нитратов в почвенном растворе пахотного варианта чернозема южного существенно выше в сравнении с целинными почвами, что отражает усиление процессов минерализации гумуса в распаханных почвах. На основе данных по содержанию нитратов как метастабильных почвенных компонентов в растворе рассчитано, что потери гумуса из пахотного горизонта степных почв с внутрипочвенным стоком при современных темпах процессов опустынивания составляют до 0,02% в год.

- Впервые в современной картографической практике составлено уникальное издание – тактильный «Географический атлас Москвы» для слабовидящих. В Атласе представлены материалы о природе, экологии, населении и видах хозяйственной деятельности на территории Москвы для людей с ограниченными возможностями зрения – для их обучения и дополнительных знаний об окружающем мире.

- На трех языках (русском, английском и монгольском) издан Экологический атлас бассейна озера Байкал. Атлас впервые отразил пространственные закономерности формирования экологической обстановки на всей территории водосборного бассейна Байкала и его акватории, что дает возможность определять и обосновывать направления экологически сбалансированного и устойчивого территориального развития России и Монголии в перспективе.

- Пространственный анализ социально-экономического развития выявил циклично-волновой характер развития России, который приводит к пульсации социально-экономического пространства как череды его растяжений и сжатий, дополняемой разными векторами сдвигов. Население концентрируется в центре и на юге страны, а экономика – в центральных и нефтяных регионах. Падение доли восточных окраин в доходах населения опережает убыль их вклада в совокупный продукт. Четко проявляются эффекты сжатия «аграрного пространства» в границах зерновых районов. Все это влияет на географию трудовых миграций: 10 субъектов РФ концентрируют 87% всего въезда из других регионов России, в том числе столичные регионы – 67%.

В целом можно выделить две основные проблемы, которые в настоящее время стоят перед человечеством и цивилизацией и имеют к географии непосредственное отношение. Во-первых, изменения климата (на данном временном отрезке – потепление) и связанные с ним изменения многочисленных природных процессов, в частности, увеличение эмиссии парниковых газов, усиление и частота экстремальных катастрофических природных процессов и пр. Во-вторых, устойчивое (рациональное) природопользование, включая использование ресурсов.

В территориальном аспекте в качестве важных регионов для более детального и комплексного географического изучения (также на кратко- и среднесрочную перспективу) можно выделить Арктику с прилегающими морями, Дальний Восток с прилегающими морями, Крым с сопредельными российскими территориями и акваториями. Эти столь различные регионы имеют одну общую географическую проблему – решение задач прибрежного и прибрежно-морского природопользования в широком спектре их проявления (в том числе и в аспекте импортозамещения).

Необходимо отметить еще одну проблему географии, решение которой имеет перманентный характер и стоит достаточно остро. Огромный фактический материал по различным аспектам географической изученности, собранный за столетия учеными-географами, в настоящее время в полном виде недоступен. Необходимо его обобщить и организовать к нему открытый доступ. Эта задача географии решается путем создания атласов и карт (в том числе электронных), баз данных, геоинформационных систем и геопорталов. Роль этих произведений в современном информационном мире трудно переоценить. В то же время – это огромный потенциал для более эффективных будущих географических исследований.

Научные основы разработки методов, технологий и средств исследования поверхности и недр Земли, атмосферы, включая ионосферу и магнитосферу Земли, гидросферы и криосферы; численное моделирование и геоинформатика (инфраструктура пространственных данных и ГИС- технологии)

Основные результаты 2015 года:

- Разработан, испытан и внедрен в практику морских экспедиционных исследований аппаратурно-программный комплекс – буксируемый необитаемый подводный аппарат с передачей видеоинформации по оптоволоконному кабель-тросу. Комплекс внедрен в работах экспедиции 63 рейса НИС «Академик Мстислав Келдыш» в Арктике. В ходе опытной эксплуатации подтверждена высокая эффективность комплекса.

- Создана компьютерная система спутникового мониторинга, которая позволяет по данным спутниковых измерений, находящихся в свободном доступе в сети Интернет, получать информацию о параметрах океана и атмосферы – скорости течений, ветра, характеристик ледового покрова, температуры и солености морской воды, уровня моря, высоты волн, биооптических характеристиках – в любой точке Мирового океана в режиме, близком к реальному времени.

- Разработаны и изготовлены специализированные буи для решения фундаментальных и прикладных задач физической океанографии в Арктике:

1) мониторинг движения ледовых образований: 300 буев развернуто в период 2011-2015гг. под задачи ТЭК РФ, и свыше 100 буев в мае-июне 2015 г.;

2) слежение за перемещением элементов ледников, изучение процессов генерации айсбергов на архипелагах Новая Земля и Северная Земля: в 2015 г. установлено 6 маркеров; обеспечивается еженедельная передача информации; автономность –2 года.

- Разработан и реализован программный модуль ГИС-СУБД кадастра объектов прошлого экологического ущерба. Программный комплекс зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Российской Федерации. Оценена информативность и надежность прогнозных показателей экологической безопасности объектов ПЭУ различной типологии после цикла их рекультивации или ликвидации с учетом их различного иерархического ранга.

- Разработана конструкторская документация и изготовлен экспериментальный образец трехкомпонентного широкополосного цифрового сейсмометра (ТШЦС), предназначенный для непрерывного сейсмического мониторинга в местах со средним уровнем шума, для измерения ускорения движения оснований сооружений по трем взаимно ортогональным осям X, Y и Z. ТШЦС может использоваться в составе систем мониторинга зданий и сооружений, а также для сейсмических научных исследований и экспериментальной геофизики. ТШЦС – конкурентоспособный прибор, предназначен для импортозамещения аналогичных изделий известных зарубежных фирм, например, GURALPSYSTEMS.

- Разработан высокоэффективный метод обеззараживания поверхностей путем комбинации высокочастотного ультразвука и ультрафиолетового излучения современных эксиламп. Метод эффективен для инактивации патогенной микрофлоры, включая возбудителей сибирской язвы. Разработанный метод обеззараживания может стать основой для создания мобильных модулей обеззараживания поверхностей.

- Завершена разработка аппаратно-программного комплекса для мониторинга опасных литосферных процессов радиоволновым методом и создана сеть регистраторов импульсных электромагнитных полей Земли для прогноза геодинамических событий. По результатам тестовых испытаний регистраторы введены в штатный режим контроля аварийно опасных участков магистральных газопроводов. Регистраторы сертифицированы как средство измерений, методы обработки сигналов защищены тремя патентами РФ и пятью свидетельствами о регистрации программ для ЭВМ.

Важнейшие достижения

Направление «Геодинамические закономерности вещественно-структурной эволюции твердых оболочек Земли»

Проведены разномасштабные сейсмотомографические исследования геодинамических процессов. Выявлена ключевая роль типа земной коры в развитии источников супервулканизма. На основе анализа результатов сейсмической томографии под Йеллоустонской кальдерой выявлены условия формирования многоуровневого источника супервулканизма над мантийным плюмом. Произведено сопоставление случаев континентальной (Йелоустон) и океанической (Гавайи) коры и сделан вывод о том, что именно наличие гранитного слоя обеспечивает условия накопления большого объема магматического материала. (ИНГГ СО РАН)

На основе палеомагнитных и геохронологических данных разработана палеотектоническая модель, описывающая взаимные перемещения континентального массива Земли Франца-Иосифа и Восточно-Европейской платформы в интервале юра-мел. Согласно модели, блок Земли Франца-Иосифав раннееюрское время был сдвинут

относительно Восточно-Европейской платформы на расстояние около 500 км к северо-востоку в современных кординатах и развернут на угол до 40° по часовой стрелке. Положение, близкое к современному, блок занял к раннему мелу. (ИНГГ СО РАН)

Направление «Фундаментальные проблемы развития литогенетических, магматических, метаморфических и минералообразующих систем»

Определены особенности состава и строения, расшифрованы механизмы и геодинамические обстановки формирования кимберлитов Архангельской алмазоносной провинции. Полученные возрастные данные свидетельствуют, что формирование кимберлитов основных по запасам трубок происходило без значительного разрыва по времени в пределах палеопротерозойского коллизионного орогена. На территории Восточно-Европейской платформы определены площади, благоприятные для локализации промышленно алмазоносных кимберлитов. Расчет физико-химических параметров, термодинамический анализ и экспериментальное моделирование процессов генерации и дифференциации рудоносных магм показали, что для формирования алмаза в нижней мантии требуются более окислительные условия, чем это предполагалось ранее. (ИГЕМ РАН)

В Северной Карелии обнаружены высокоглиноземистые породы с аномальными отрицательными значениями δ18O (Krylov, 2007), что свидетельствует об обмене с флюидом метеорного происхождения, образованном при необычайно низких температурах. Изотопный состав флюида меняется после взаимодействия с породами, поэтому достоверные оценки 18O/16O и условий его формирования по измеренным δ18O пород затруднительны. Для реконструкции изотопного состава кислорода метеорной воды применен новый метод с измерением трех изотопов 18O, 17O и 16O. Реконструированные значения δ18O флюида метеорного происхождения, который вызвал понижение δ18O в породах Северной Карелии, находятся в интервале от -40 до -55‰ и указывают на его формирование в условиях полного земного оледенения. Возраст оледенения оценен в интервале 2.9-3.0 млрд. лет (Sm-Nd и U-Pb методы). (ИГГД РАН)

Направление «Физические поля, внутреннее строение Земли и глубинные геодинамические процессы»

С использованием двух взаимно ортогональных промышленных ЛЭП длиной 109 и 120 км выполнен уникальный для мировой практики эксперимент “FENICS” по глубинному частотному зондированию литосферы Фенноскандинавского щита в КНЧ-СНЧ диапазоне (частоты 0.1–200 Гц). По результатам измерений сигналов, зарегистрированных на удалениях до 5600 км от излучающих антенн, установлено отчетливое влияние ионосферы и токов смещения на характер распространения сверхнизкочастотного электромагнитного поля, обнаружена высокая степень горизонтальной однородности (одномерности) электрического разреза литосферы Фенноскандинавского щита в интервале глубин 10 – 50 км, на западе Карелии и в Центральной Финляндии обнаружена аномалия пониженного поперечного сопротивления литосферы, конформная с областью погружения границы Мохоровичича до глубины 55–60 км (рис. 43). (ГИ КНЦ РАН, СПбФ ИЗМИРАН, ЦФТПЭС КНЦ РАН)

Метод системного анализа для распознавания мест возможного возникновения эпицентров значительных, сильных и сильнейших землетрясений

В ГЦ РАН разработан метод системного анализа для распознавания мест возможного возникновения эпицентров значительных, сильных и сильнейших землетрясений. Метод является инвариантным по отношению к масштабам изучаемых подобных сейсмических явлений. Он впервые делает распознавание мест возможного возникновения эпицентров сильных землетрясений процедурой системного анализа. Основной его характеристикой, делающей его методом системного анализа, является возможность выделения изучаемой системы от внешней инфраструктуры. При помощи

предложенного метода системного анализа проведено распознавание мест возможного возникновения эпицентров сильнейших землетрясений (M≥7,75) в горном поясе Анд Южной Америки и значительных землетрясений (M≥5) на Кавказе. (ГЦ РАН)

Выявлено влияние извержений Деканских трапов на глобальный характер климатических изменений на примере классических разрезов границы мела и палеогена в Губбио (Италия) и Бидарт (Франция). Петромагнитное изучение интервала пониженной магнитной восприимчивости под слоем граничной глины показало, что низкие магнитные показатели отражают одновременные с осадконакоплением интенсификацию химического выветривания и экологические изменения, вызванные выбросами вулканических газов, увеличением кислотности атмосферы во время извержения, а не являются следствием астероидного удара, как предполагалось ранее. (ИТиГ ДВО РАН)

Направление «Закономерности формирования минерального, химического и изотопного состава Земли, космохимия планет и других тел Солнечной системы, возникновение и эволюция биосферы Земли, биогеохимические циклы и геохимическая роль организмов»

На основе созданной изотопно-геохимической базы данных установлен состав примитивной мантии Земли в Sr-Nd-Pb-Hf изотопных координатах.

ε_{Nd} = +9, $^{143}Nd/^{144}Nd$ = 0.51309; ε_{Hf} = +14, $^{176}Hf/^{177}Hf$ = 0.28318; ε_{Sr} = –22, $^{87}Sr/^{86}Sr$ = 0.7029; $^{206}Pb/^{204}Pb$ = 18.37; $^{207}Pb/^{204}Pb$ = 15.49; $^{208}Pb/^{204}Pb$ = 37.97;

Полученные величины позволяют с высокой надёжностью установить связанные с ними отношения элементов в примитивной мантии:

Sm/Nd = 0.350, Lu/Hf = 0.268, Rb/Sr = 0.0206, U/Pb = 0.1405; Th/U = 3.68.

В свою очередь это позволило оценить концентрации элементов (Rb, Sr, Sm, Nd, Lu, Hf, U, Th, Pb) в примитивной мантии. Для других элементов-примесей, в т.ч. редкоземельных, их концентрации в примитивной мантии оцениваются на основе устойчивых геохимических связей между ними. Полученные оценки отличаются от ранее принятых, основанных на хондриттовой модели состава Земли.

Показано, что ударные кратеры на Луне могут содержать воду в связанном состоянии, принесенную каменными астероидами. Численные эксперименты, моделирующие удары астероидов по Луне, показали, что при скоростях ударов ниже 10-12 км/с значительная часть каменного тела остается в кратере в твердом состоянии и нагревается до температур ниже 1000 К, при которых сохраняется вода, содержащаяся в гидратированных минералах, входящих в состав астероида. Учитывая распределение астероидов по скоростям и оценки содержания в них воды, мы получили, что около 3% ударных кратеров, созданных на Луне астероидами, должны содержать воду. (ИДГ РАН)

Направление «Рудообразующие процессы, их эволюция в истории Земли, металлогенические эпохи и провинции и их связь с развитием литосферы; условия образования и закономерности размещения полезных ископаемых»

Для ряда районов Центрально-Азиатского складчатого пояса установлены геодинамическая обстановка и время формирования вулкано-плутонических комплексов, вмещающих порфирово-эпитермальную, орогенную, интрузивную и другие рудообразующие системы. С ними связаны крупные и уникальные по запасам рудные поля и месторождения высокотехнологичных критических металлов (медь, молибден, золото, вольфрам и др.). Реконструированы металлогенические эпохи и физико-химические условия образования месторождений, их связь с определенными геолого-тектоническими структурами. На основе новых фундаментальных знаний о составах рудоносных магм и флюидов, изотопно-геохимических и геохронологических данных разработаны геолого-генетические модели рудно-магматических систем, что позволяет качественно улучшить прогноз новых и оценку перспектив уже известных рудных районов и месторождений. (ИГЕМ РАН)

Исследован новый генетический тип золото-платиновой минерализации, открытый в графитовых месторождениях Ханкайского террейна (Приморский край). Содержание платины в породах достигает 60 г/т, золота − 20 г/т. Выяснено, что рассеянные в породах микро- и наноразмерные агрегаты золота и металлов платиновой группы обязаны своим происхождением нескольким источникам: 1) эндогенный флюид, поступавшийся из глубинных магматических камер; 2) экзогенный хемогенно-осадочный протолит кварц-серицит-кварцевых сланцев; 3) метаморфический флюид, способствовавший ремобилизации металлов в процессе регионального метаморфизма. При этом главным источником графита, золота и платины является магматический флюид. (ДВГИ ДВО 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»

Построена статистически достоверная модель разлома с объёмным заполнением его ядра мелкомасштабными неоднородностями и модифицирован метод построения их изображений. Основанная на нем методика реконструкции тонкой структуры нефтяных коллекторов и прогноза их флюидонасыщения внедрена в ОАО «НК Роснефть». (ИННГ СО РАН)

Методом ядерного магнитного резонанса для объемных образцов газовых гидратов получены новые результаты о влиянии фазового состояния включений остаточной непрореагировавшей воды на устойчивость и механизм распада метастабильных гидратов при отрицательных температурах и давлениях, ниже давления равновесия лёд-гидрат-газ. Полученные результаты важны для разработки технологий транспортирования, хранения и утилизации природных и техногенных газов в форме гидратов. (ИКЗ СО РАН)

Направление «Комплексное освоение и сохранение недр Земли, инновационные процессы разработки месторождений полезных ископаемых и глубокой переработки минерального сырья»

На основе комплекса современных минералого-технологических и аналитических методов исследований установлено, что существует взаимосвязь между степенью метасоматических преобразований исходных кимберлитов, дисперсностью, а также видовым составом глинистых минералов в шламах, образующихся при измельчении кимберлитов, и характеристиками минеральных техногенных новообразований на поверхности природных алмазов, которые предопределяют эффективность их извлечения в процессах обогащения руд. (ИПКОН РАН)

Направление «Мировой океан (физические, химические и биологические процессы, геология, геодинамика и минеральные ресурсы океанской литосферы и континентальных окраин; роль океана в формировании климата Земли, современные климатические и антропогенные изменения океанских природных систем)»

В МГИ разрабатываются и изготавливаются специализированные буи для решения фундаментальных и прикладных задач физической океанографии в Арктике.

1. Мониторинг движения ледовых образований: 300 буев развернуто в период 2011-2015гг. под задачи ТЭК РФ, и свыше 100 буев в мае-июне 2015 г.

2. Слежение за перемещением элементов ледников, изучение процессов генерации айсбергов на архипелагах Новая Земля и Северная Земля.

В 2015 г. установлено 6 маркеров; еженедельная передача информации; автономность –2 года.

3. Термический мониторинг в толще воды под ледовыми образованиями.

В рамках вихреразрешающей многослойной региональной численной модели циркуляции океана проведен трехмерный лагранжев анализ вертикальной структуры

глубоководных вихрей в котловине Японского моря. Показано, что вертикальная структура типичных топографически обусловленных антициклонических вихрей эволюционирует в течение года. В теплое время года такой вихрь проявляется в глубинных слоях, тогда как осенью он достигает поверхности, что объясняется нелинейностью вихря, характеристиками пикноклина и особенностями рельефа дна. Этот результат подтверждается расчетом деформаций модельных слоев вдоль зональных и меридиональных разрезов и их сравнением с соответствующими температурными разрезами реального вихря в указанном регионе. (ТОИ ДВО РАН)

Разработан, испытан и внедрен в практику морских экспедиционных исследований аппаратурно-программный комплекс – буксируемый необитаемый подводный аппарат с передачей видеоинформации по оптоволоконному кабель-тросу. Разработана технология использования комплекса для проведения океанологических исследований. Комплекс внедрен в работах экспедиции 63 рейса НИС «Академик Мстислав Келдыш» в Арктике. В ходе опытной эксплуатации комплекса получены новые уникальные данные о морфологии дна и окружающей среде районов подводной разгрузки углеводородов в море Лаптевых, о состоянии экологии акваторий заливов Новой Земли в Карском море и Новоземельской впадины в условиях захоронений радиоактивных отходов. Уточнены координаты подводных объектов, содержащих радиоактивные отходы, визуально определен их тип и состояние с использованием видеосистемы подводного аппарата. (ИО РАН)

Разработан и сдан в опытную эксплуатацию Министерству обороны Российской Федерации многофункциональный комплекс освещения подводной обстановки в местах базирования кораблей флота, состоящий из двух автономных необитаемых подводных аппаратов и одного телеуправляемого необитаемого подводного аппарата (рис. 44). По своим ТТХ комплекс не уступает лучшим международным аналогам. Подготовлена документация для серийного производства комплексов. (ИПМТ ДВО РАН)

Направление «Поверхностные и подземные воды суши – ресурсы и качество, процессы формирования, динамика и механизмы природных и антропогенных изменений; стратегия водообеспечения и водопользования страны»

Разработаны и откалиброваны компьютерные модели половодий и паводков на Верхней Оби с учетом процессов испарения и инфильтрации. Выполнен краткосрочный прогноз половодья 2015 г. на участке реки Обь от с. Фоминское до плотины Новосибирской ГЭС. С заблаговременностью до нескольких дней (3-5 дней) рассчитан гидрограф г/п Барнаул. Спрогнозированные и реально наблюденные максимальные уровни совпали с точностью до 0,2 м. Расчеты показали, что разработанные модели могут использоваться для краткосрочных прогнозов затоплений пойменных территорий на Верхней Оби при весенних половодьях и дождевых паводках, а также установления режима сбросов из Новосибирского водохранилища. (ИВЭП СО РАН)

Проведена новая оценка современного состояния озерного фонда Европейской территории России (ЕТР) на основе специально разработанной методики. Показано, что озерные водные ресурсы ЕТР составляют ~1 370 км^3, из которых 99 % сконцентрировано в озерах Северо-Западного региона, при этом ~60 % озерных вод ЕТР характеризуются как условно чистые. С начала 2000-х гг. наблюдается стабилизация экологического состояния ряда крупнейших озер, в то же время состояние многих малых и средних водоемов характеризуется как неблагоприятное. Снижение качества воды фиксируется в ранее благополучных регионах, в том числе, на европейском северо-востоке. За последние 50 лет зафиксировано заметное сокращение площадей ряда водоемов центра и юга ЕТР. (ИНОЗ РАН)

Направление «Физические и химические процессы в атмосфере, включая ионосферу и магнитосферу Земли, криосфере и на поверхности Земли, механизмы формирования и современные изменения климата, ландшафтов, оледенения и многолетнемерзлых грунтов»

Выполнены оценки эмиссий NO_x, CO, CH_4 в крупных городах с использованием данных наблюдений на передвижной лаборатории по единой методологии. Это позволило сравнить эмиссии от разных городов и связать их с инфраструктурными особенностями. Явно различаются города, расположенные в Европейской части страны (к ним можно отнести быстро растущую Тюмень), где высока степень газификации и быстрее осуществлялся переход на современные модели автомобилей, и сибирские города, где широко используется уголь в качестве топлива и существенно больше доля частных домовладений. Полученные оценки эмиссий CO в основном совпадают в пределах погрешностей с данными инвентаризации EDGAR v4.2. Для NO_x совпадение только частичное, а эмиссии CH_4 в базе данных EDGAR v4.2 представляются завышенными. Сравнение с эмиссиями CO (1998-2007 гг.), которые дает инвентаризация Росгидромета, показала хорошее совпадение, но только для последних двух лет, которые в данной инвентаризации сильно отличаются от предыдущих лет, возможно, вследствие введения некоторых изменений в сетевые наблюдения и методологию оценок эмиссий. (ИФА РАН)

Направление «Катастрофические эндогенные и экзогенные процессы, включая экстремальные изменения космической погоды: проблемы прогноза и снижения уровня негативных последствий»

Физико-химические основы рационального природопользования и охраны окружающей среды на базе принципов «зеленой химии», новые технологии переработки облученного ядерного топлива и обращения с радиоактивными отходами.

Разработаны прогнозные модели миграции радионуклидов в потоке подземных вод для полигонов закачки жидких радиоактивных отходов на Горно-химическом комбинате (Красноярский край) и Сибирском химическом комбинате (Томская область). Изучен широкий спектр природных и искусственных минеральных матриц для иммобилизации жидких радиоактивных отходов, предложены наиболее перспективные материалы и технологии их изготовления. Определены сейсмогеодинамические критерии безопасной изоляции высокоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива в геологических формациях. Установлены закономерности распределения радионуклидов и тяжелых металлов в донных осадках западного и восточного секторов Карского моря. (ИГЕМ РАН)

Уточнена сейсмическая опасность Крыма в связи с развитием транспортной и энергетической инфраструктуры

По результатам комплексных сейсмотеконических исследований и изучения активных разломов земной коры составлена новая карта зон вероятных ожидаемых землетрясений юго-восточной части Крымского полуострова и прилегающих акваторий Черного и Азовского морей. Актуальность работы обусловлена крайней необходимостью проектирования и создания инфраструктуры транспортных объектов и энергоснабжения республики Крым (рис. 45). (ИФЗ РАН)

Направление «Эволюция окружающей среды и климата под воздействием природных и антропогенных факторов, научные основы рационального природопользования, использование традиционных и новых источников энергии»

Выявлена динамики площадей аграрных угодий в России в XX – начале XXI вв. С конца XIX в. на ранее освоенной территории страны сформировалась «полоса падения» площадей на севере, «зона роста» на юге и «зона стабильности» между ними. Эта полоса сохранялась на протяжении всего века до наших дней, пережив катаклизмы первой половины столетия, застой, перестройку, экономическую катастрофу 1990-х годов. Основные формирующие её факторы – динамика численности сельского

населения (в т.ч. депопуляция) и биоклиматический потенциал (в т.ч. потепление климата). В «полосе падения» происходят процессы естественной ренатурализации ландшафтов и формирование на месте аграрных угодий вторичных лесов, что ставит вопрос о смене режима пользования этими землями и переводе части их из категории сельскохозяйственных в лесные. (ИГ РАН)

Направление «Научные основы разработки методов, технологий и средств исследования поверхности и недр Земли, атмосферы, включая ионосферу и магнитосферу Земли, гидросферы и криосферы; численное моделирование и геоинформатика (инфраструктура пространственных данных и ГИС-технологии)»

Разработан малогабаритный, термостабильный индукционный датчик, предназначенный для измерения потока магнитной индукции, обладающий высокой чувствительностью в диапазоне частот от 0,1 Гц до 80 кГц. Технический результат разработки заключается в значительном повышении постоянной интегрирования при сохранении высокой температурной стабильности коэффициента преобразования датчика. Изготовлен макетный образец датчика. Разработанный датчик может быть применен в любой геоэлектроразведочной аппаратуре, основанной на измерении искусственных и естественных электромагнитных полей. (НС РАН, Бишкек)

Разработана конструкторская документация и изготовлен экспериментальный образец трехкомпонентного широкополосного цифрового сейсмометра (ТШЦС), предназначенный для непрерывного сейсмического мониторинга в местах со средним уровнем шума, для измерения ускорения движения оснований сооружений по трем взаимно ортогональным осям X, Y и Z. ТШЦС может использоваться в составе систем мониторинга зданий и сооружений, а также для сейсмических научных исследований и экспериментальной геофизики. ТШЦС – конкурентоспособный прибор, предназначен для импортозамещения аналогичных изделий известных зарубежных фирм, например, GURALP SYSTEMS. (ИГЭ РАН)

Создан и введен в эксплуатацию не имеющий мировых аналогов мобильный, полностью автоматизированный наземный спектрорадиометрический комплекс с центральной частотой 110.836 ГГц, предназначенный для непрерывного мониторинга структуры озонного слоя Земли. Отличительные особенности комплекса: широкая (0.8 ГГц) полоса приема и анализа, высокое (60 КГц) спектральное разрешение, калибровка измеряемого сигнала по электронно управляемому внутреннему эталону, малое энергопотребление и вес. Комплекс открывает новые возможности для исследования быстропротекающих процессов в средней атмосфере Земли. (ИПФ РАН)

В свежих лавах базальтового состава, излившихся во время Толбачинского извержения, обнаружены в большом количестве мелкие зерна алмазов (до 1 мм). В результате исследований выделен новый вид некимберлитовых алмазных проявлений (рис. 46). (ИВиС ДВО РАН)

На основе глобальной полуэмпирической модели ионосферы и плазмосферы Земли для высот 40-20000 км создан программный комплекс прогноза распространения радиоволн коротковолнового диапазона, включая визуализацию дистанционно-частотных и амплитудно-частотных характеристик радиоканала.

Комплекс по большинству параметров превосходит аналогичную систему НАТО (AREPS), обеспечивает удаленный доступ и позволяет прогнозировать работу коротковолновых передатчиков и РЛС метрового диапазона в разных геофизических условиях – от абсолютно спокойных, до возмущенных по верхней шкале допустимых уровней солнечной и геомагнитной активности, включая рентгеновские вспышки на Солнце (рис. 47). (ИДГ РАН)

Развитие экономики за последние три года можно охарактеризовать как постепенное замедление темпов роста на фоне нарастания ограничений финансового характера. Среди множества причин сложившейся негативной динамики можно выделить две основные: исчерпание потенциала значимого наращивания физических объемов сырьевого экспорта; несоответствие механизмов финансирования воспроизводственных процессов в экономике ее фактическим потребностям, которые формируют устойчивый стагнационный тренд в российской экономике, а шоки, связанные с изменением внешнеэкономической конъюнктуры или решениями в области экономической политики, оказывают дополнительное негативное воздействие на динамику в кратко- и среднесрочной перспективе.

Что касается влияния на экономическое развитие факторов загрузки мощностей или ограничений по трудовым ресурсам, то, на фоне общего ухудшения конъюнктуры, они не оказывают сколь либо значимого воздействия на текущую динамику.

Перелом негативных тенденций в развитии российской экономики возможен только при условии возобновления роста инвестиционной активности. В связи с этим, важнейшей задачей текущей экономической политики является устранение ограничений, препятствующих формированию нормального воспроизводственного цикла в российской экономике.

В первую очередь, речь идет о смягчении дисбалансов финансового характера, возникших в экономике после валютно-финансового шока конца 2014 г. В течение последних лет в экономике сложился механизм финансирования оборотного капитала, опирающийся на использование инструментов банковского заемного кредитования. Особенно сильно от такого способа финансирования зависят предприятия с длительными производственными циклами (машиностроительные виды деятельности). Сейчас, когда ставки по кредитам остаются высокими, формируется чрезвычайно опасная ситуация, связанная с неконтролируемым ростом долга по отношению к финансовым результатам. По оценкам ИНП РАН, соотношение долга к чистой прибыли по машиностроительным видам деятельности составляет от 5 до 7 раз. При этом банки не могут отказаться от кредитования таких предприятий, так как это приведет к массовым неплатежам по кредитам, а предприятия не могут отказаться от такого кредитования, так как не имеют возможности финансировать оборотный капитал за счет других источников. Без устранения этого ограничения трудно рассчитывать на значимое увеличение инвестиционной активности. В связи с масштабом и остротой проблемы, по-видимому, не остается других инструментов ее разрешения кроме формирования набора секторальных программ реструктуризации задолженности, которые должны быть направлены на смягчение процентного бремени в кратко- и среднесрочной перспективе.

Переход к инфляционному таргетированию в операционной деятельности Центрального банка РФ естественным образом повысил волатильность при формировании валютного курса. В этих условиях ключевой риск смягчения денежно-кредитной политики состоит в негативном воздействии такого шага на валютный рынок. Соответственно, основной задачей денежно-кредитной политики должно стать формирование набора специальных каналов, предполагающих доставку средств к конечным заемщикам и, одновременно, снижающих риски массового перетока этих средств на валютный рынок. Было бы целесообразно рассмотреть возможность расширения пула институтов развития по отраслевому или региональному принципу, кратное увеличение средств, направляемых на кредитование экономики через механизмы проектного финансирования. Одновременно с этим следует признать, что периодическое значимое ослабление курса рубля уже не создает дополнительных

возможностей для роста экономики, а лишь формирует дополнительные ограничения ее развития.

Неизбежным, по-видимому, является переход к двойственности целей денежно-кредитной политики. С одной стороны, должна сохраняться ориентация на снижение параметров инфляции. С другой стороны, развитие российской экономики в долгосрочной перспективе потребует укрепления курса национальной валюты. В связи с этим было бы целесообразно, чтобы одной из целей денежно-кредитной политики было бы поддержание конкурентоспособности экономики через недопущение избыточного укрепления реального курса. Естественным фундаментальным ориентиром для такой денежно-кредитной политики должны стать параметры развития экономики (рост ВВП, занятость и т.д.).

Следует отметить, что текущая бюджетная политика в значительной степени ориентирована на оперативное устранение возникающих дисбалансов в области доходов и расходов государства. В условиях ухудшения экономической конъюнктуры такая политика ведет к росту рисков действий, носящих проциклический характер, то есть дополнительно ухудшающих ситуацию. В то же время необходимым условием для формирования сбалансированного бюджетного процесса, как полагает ИНП РАН, является постепенный переход к оценке эффективности расходов в расчете на период, при котором речь идет не столько о сокращении расходов, столько об увеличении доходов. Решение этой задачи требует поиска путей повышения темпов экономического роста, то есть решения задачи, которая пока остается на периферии бюджетного процесса.

Зависимость доходов федерального бюджета от колебания цен на нефть позволяет задуматься о выстраивании системы рентных налогов на новых принципах, предполагающих постепенное уменьшение значимости тех видов налогов, при расчете которых прямо или косвенно используются параметры курса и цен на нефть.

Другая проблема состоит в том, что бюджетные средства – это лишь один из каналов направления средств в экономику. В условиях, когда другие каналы в значительной степени перекрыты, требования к бюджетным расходам естественным образом возрастают. Было бы целесообразно активнее использовать альтернативные механизмы доведения средств до экономических агентов (в том числе через институты развития, банки с госучастием и т.д.). За счет расширения других каналов доставки средств, нагрузка на бюджет может снижаться через снятие с прямых государственных расходов несвойственных функций. Такие действия требуют безусловной координации бюджетной и денежно-кредитной политики, которая пока осуществляется недостаточным образом.

Необходимо перейти к использованию альтернативных индикаторов устойчивости бюджетной системы. Применительно к эффективным расходам инфраструктурного характера дефицит является альтернативным источником финансирования расходов, поскольку реализация этих проектов способствует ускорению экономической динамики. Центральным показателем, характеризующим устойчивость бюджетной системы, являются не параметры дефицита, а отношение государственного долга к валовому внутреннему продукту. Если это отношение на прогнозном периоде изменяется в приемлемых рамках, то можно идти на дефицит без особых рисков для бюджетной системы.

Наличие финансовых ограничений создает риски неэффективного использование долгосрочного потенциала экономического роста. Главный из них состоит в том, что период 2008-2018 гг. может оказаться потерянным с точки зрения повышения качества жизни в стране. В среднесрочной перспективе экономика должна использовать имеющиеся возможности внутреннего спроса (прежде всего инвестиционного, а затем и потребительского) и осуществить на этой основе производственную модернизацию, направленную на формирование дополнительного

экспортного потенциала в различных секторах экономики (как сырьевых, так и несырьевых). При этом чрезвычайно важным является решение задачи роста нормы накопления при сохранении, а, возможно, и повышении жизненных стандартов населения.

Необходимым условием успешности экономической политики является ее структурный характер, направленный, прежде всего, на устранение сложившихся диспропорций в структуре производства (разрывы в технологических цепочках), занятости (нерациональное распределение трудовых ресурсов между видами деятельности), пространственного развития (чрезмерное региональное неравенство).

В России в рамках решения задачи ускоренного научно-технологического и промышленного развития, импортозамещения институализируются новые формы кооперации индустрии (бизнеса), науки, образования и системы государственного управления, в частности путем создания технологических платформ и инновационных территориальных кластеров с использованием эффективных форм непрерывного образования, прежде всего, для инженерно-технических работников и представителей рабочих профессий. В этих условиях экономико-центристский подход теряет свою актуальность. Конкурентоспособность общества сегодня зависит, прежде всего, от качества народонаселения и условий реализации человеческого потенциала (в сфере здоровья, образования, культуры). Основное направление развития общественных наук будет сосредоточено на междисциплинарных исследованиях при возрастающем значении неэкономических факторов развития общества.

В ближайшие 10-15 лет на новый виток развития выйдут такие общественные науки, как социология, философия, психология, политология. Уже сейчас есть основания полагать, что некоторые из них находятся на новом этапе развития. В социологии все более популярным становится направление, ориентированное на обработку и анализ больших объемов информации – big data. В дальнейшем методология сбора и обобщения получит обоснование в социологической теории. Будут уточнены представления о современном обществе, становлении его институтов, накоплении социальных изменений и преобразовании существующих структур. Российская социология сможет более точно диагностировать состояние различных сфер жизни общества, находить точки напряжения и точки развития, создавать основу для формирования адекватной социальной политики, гуманизации общества и улучшения качества человеческого потенциала.

В ближайшие десятилетия философская наука должна будет отвечать на вызов, связанный с развитием наук о человеке, в особенности когнитивных наук. Сегодня возникает принципиально новая ситуация в осмыслении проблематики человека, его субъективности, сознания, свободы, места в мире и его судьбы. Интенсивное развитие когнитивных наук в последние три десятилетия (исследования в области искусственного интеллекта, когнитивная психология, когнитивная лингвистика, когнитивные нейронауки, семиотика и др.) выражается в попытках понимания в их рамках тех проблем, которые традиционно обсуждались в философии. Некоторые эксперименты в когнитивной науке понимаются как обоснование принципиальной возможности чтения мыслей другого человека и поэтому – возможности манипуляции другим существом. В когнитивных исследованиях дискутируется также вопрос о границах субъекта, о «расширенном» понимании субъекта и субъективности, о размывании взаимоотношении «моего» и «не-моего». С развитием когнитивных наук тесно связано создание NBIC –технологий (нано-, био-информационных и когнитивных), а также проекты трансформации человеческой телесности и психики. В этой связи активно обсуждается идея о создании пост-человеческого существа с иными представлениями о должном и не должном и иными по сравнению с существующими возможностями жизни и действия. Можно утверждать, что ряд идей современных когнитивных наук – это вызов определённым представлениям о человеке, о его

субъективности, о его судьбе, характерным не только для традиционной философии, но и для культуры в целом (особенно европейской культуры). И задача современной философии – понять эти идеи, возможно, в этом свете переосмыслить некоторые традиционные философские представления, в чём-то их развить, и вместе с тем в чём-то по-своему интерпретировать результаты самих когнитивных исследований. Это предполагает новый тип взаимодействия философии и когнитивных наук. Другая проблема, которая в ближайшие десятилетия должна обсуждаться в мировой философии, – это проблема основных ценностей культуры, определяющих жизнь человека: свобода, достоинство, рациональность, взаимопонимание. Ситуация такова, что привычное понимание этих ценностей, с одной стороны, ставится под сомнение развитием современных информационных и коммуникационных технологий, появлением «электронного» общества, а с другой – новым этапом взаимоотношений европейской и неевропейских цивилизаций, представления которых о человеке, его правах и обязанностях существенно отличаются от европейских.

Делать долгосрочные прогнозы развития в нашей стране науки в целом и философии, в частности — крайне сложно, так как это развитие зависит от множества факторов (экономическое и политическое положение РФ, мировая геополитическая, экономическая и культурная ситуация, возможности финансирования научных исследований, научная политика государства), предвидеть которые невозможно. Прогноз развития российской науки оказывается во многом зависимым от того, насколько успешным будет ее структурный переход на уровень постнеклассической рациональности, ядром которой являются междисциплинарные кластеры системно-кибернетических и синергетических понятий и нелинейных эволюционных моделей.

Крайне важно для развития науки в РФ обеспечение здоровой конкуренции и поддержка многообразия форм организации и проведения исследований.

Важнейшие достижения

Завершена разработка системы прикладных экономико-математических моделей (модель мировой экономической динамики, модели крупнейших экономик мира, модель мировой торговли, модель мирового спроса на энергоресурсы, модель предложения углеводородов на мировом рынке, модель мировых цен нефти, межотраслевая модель российской экономики, модель развития российской экономики в региональном разрезе, модель краткосрочного прогнозирования российской экономики, модель спроса на энергоресурсы в РФ, модель спроса на нефтепродукты по субъектам РФ, модель предложения нефти и нефтепродуктов на внутреннем рынке РФ), предназначенных для построения сценарных прогнозов развития экономики и энергетики на глобальном, национальном и региональном уровнях (ИНП РАН).

Опубликован 4-й том под названием «Институты современной экономики» коллективной монографии «Urbi et Orbi», в котором достигнуто существенное продвижение в институциональной теории применительно к российской экономике, дана характеристика основных субъектов и агентов региональных институтов развития и управления, разработаны математические модели функционирования институциональных объектов.

Предложена модель посткризисного развития, связанная с активной государственной политикой инвестирования, использованием широкого набора источников инвестирования. На примере ОПК разработаны предложения по механизмам стратегического планирования и государственного программирования ценообразования (ИЭ РАН).

Впервые в экономической науке предложено и обосновано использование инструментов экономики качества для совершенствования системы обеспечения

единства измерений в России и повышения эффективности деятельности метрологических учреждений. (ИПРЭ РАН)

На основе методологии проектной экономики разработана перспектива развития экономики страны до 2025 года, которая представлена в виде панорамы развития стратегических проектов и программ. Их локализация определяет четкую специализацию крупных макрорегионов России (рис. 48).

Европейская часть – регион реализации Программы модернизации и развития ОПК; АПК – второго после ТЭКа экспортера, а также основных крупных инфраструктурных проектов: инновационных (Сколково, Иннополис, Инноцентры, пояс наукоградов и др.), современной транспортной инфраструктуры, инфраструктуры мирового спорта (чемпионат мира по футболу).

Сибирь позиционируется как уникальный минерально-сырьевой сектор страны и крупный комплекс (национального уровня) высокотехнологичных отраслей промышленности (нефтегазодобыча и переработка, цветная металлургия: «Норникель», «Русская платина»); институтов инновационного развития (Сибирский научно-образовательно-инновационный комплекс); современной транспортной инфраструктуры (нефте и газопроводы, высокоскоростные магистрали); инфраструктуры мирового спорта (Всемирная зимняя универсиада).

Дальний Восток – территория опережающего развития, ориентированная на усиление экономического взаимодействия со странами АТР (нефтегазопереработка, выделение гелия; реконструкция транспортных магистралей; развитие судоремонта и судостроения и Владивостока, как свободного порта). (ИЭОПП СО РАН)

Разработан Методический инструментарий оценки траекторий новой индустриализации российских регионов. В результате исследования выделены группы регионов: новые индустриальные регионы, старопромышленные регионы, а также регионы, укрепившие позиции обрабатывающих производств. Обоснованы резонансные эффекты импортозамещения для индустриального комплекса старопромышленного региона. Выявлены и обоснованы риски импортозамещения для старопромышленного региона с учетом конкурентоспособности, эффективности и бюджетной нагрузки. (ИЭ УрО РАН)

Получены количественные оценки общеэкономических эффектов изменения объемов производства и экспорта энергоресурсов для экономики Дальнего Востока России. Построены интервалы устойчивости региональных макропоказателей к изменениям цен на энергоресурсы. Доказано, что введение ограничений для производителей энергоресурсов по приоритетному обеспечению регионального спроса в случае производителей нефти приведет к снижению внутреннего валового продукта (ВРП), в случае производителей угля – к росту ВРП. (ИЭИ ДВО РАН)

Разработаны методы стратегического управления агропродовольственным комплексом, включающие оценку конкурентоспособности его отраслей, межотраслевое согласование процессов смягчения дифференциации доходов населения и потребления продовольствия, роста конечной продукции и добавленной стоимости, обоснование путей повышения эффективности использования производственного потенциала и координации социальных ресурсов сельских территорий, а также типологию субъектов РФ по интенсивности использования информационно-коммуникационных технологий в образовании и здравоохранении на селе, сопоставления принципов построения и результатов ключевых зарубежных программ по информатизации сельских территорий, оценки кадрового состояния агропродовольственного комплекса и смежных с ним отраслей (рис. 49). (ИАгП РАН)

В результате выполнения проекта «Теория реформ и практика реформирования догоняющих экономик» было доказано, что эволюция современных развитых обществ ведет к уменьшению значимости как централизованного управления, так и экономической и политической конкуренции; при этом возрастает роль механизмов

сотрудничества. Этот процесс поддерживается культурными изменениями – ростом доверия, интериоризацией норм честности и, соответственно, смягчением проблемы безбилетника; коллективизм и индивидуализм в их крайних формах замещаются культурой конструктивного взаимодействия и поиска компромиссов. Такая культурная трансформация порождает новые институты и одновременно поддерживается ими. Тем самым преодолеваются провалы рынка, государства и парламентской демократии. Предлагаемая теория рассматривается как основа философии сотрудничества (коллаборативизма) – нового взгляда на развитие общественных институтов. (ЦЭМИ РАН)

Сформулирована системно-динамическая модель (ориентированный граф) манипулятивного обрушения цен на нефть, выявляющая цели и последовательность действий зарубежных структур в направлении управления мировой и национальными экономиками и манипулирования рынками. В рамках предложенной модели выработаны положения по мультиресурсному управлению оборотом пакета ключевых российских топливно-энергетических ресурсов с опорой на координированное управление системами нефтяной, газовой и электроэнергетической инфраструктуры в России с последующей трансляцией этой модели на ЕАЭС и ШОС. (ИПР РАН)

Разработаны концепция развития бюджетного устройства Российской Федерации, соответствующая целям социально-экономического развития государства и методика комплексного анализа стратегического планирования, с использованием системы макроэкономических балансов, в рамках канонической формы модели общего равновесия как универсальной схемы представления материальных и финансовых потоков, а также информационных связей макроэкономических агентов. (ГНИИС Счетной палаты РФ)

Разработаны комплекс мер по активизации использования потенциала импортозамещения в регионе в сфере обеспечения продовольственной безопасности и межотраслевая модель экономики, позволяющая проводить вариантные расчеты изменения основных структурных элементов ВВП страны в условиях экономической интеграции. (ИСЭРТ РАН)

Проведено комплексное исследование проблем импортозамещения и причин их возникновения. Сформулированы основные принципы формирования импортозамещающей промышленной политики в России. Проанализированы результаты реализации концепции импортозамещения в отдельных отраслях народного хозяйства и разработаны меры по ее активизации (ИНИР им. С.Ю. Витте)

Исследованы динамика и перспективы развития рынка основных типов радиоэлектронной продукции и производственной базы для ее изготовления с учетом используемых организационных структур, базовых технологических процессов производства, размещения основных производственных мощностей и объемов выпуска. (ИНЭС)

Разработана факторная модель развития арктических морских коммуникаций и выявлена высокая степень неопределенности грузопотоков Северного морского пути. Определены экзогенные (природно-климатические условия, состояние глобальных сырьевых рынков, геополитические и геоэкономические отношения и т.п.) и эндогенные факторы (государственная экономическая политика в сфере добычи полезных ископаемых, в сфере регулирования арктического судоходства, состояние портовой и транспортной инфраструктуры и др.). На основе оценки динамики этих факторов разработаны пессимистический и оптимистический сценарии, определяющие динамику судоходства. (ИЭП КНЦ РАН)

Разработан Стратегический план экономического развития столицы Башкортостана – города Уфы до 2030 года. В основу достижения генеральной цели Плана – трансформации Уфы в межрегиональный социально-культурный центр притяжения и развития человеческого капитала и бизнеса – положено инновационное

обновление традиционных отраслей промышленности и создание кластеров V и VI технологического укладов в рамках реализации программно-проектного подхода. (ИСЭИ УНЦ РАН)

Разработаны предложения по использованию в системе регулирования социально-экономического развития региона программно-целевых методов, позволяющих не только программировать и проектировать процессы сбалансированного регионального развития, но и осуществлять контроль над их реализацией. (ИСЭИ ДНЦ РАН)

Классифицированы ключевые институциональные условия развития рекреационно-туристских территорий, включая социально-экономическое развитие, углубление рекреационно-туристской специализации, обеспечение экологического благополучия и устойчивости развития; разработана методика оценки институциональных условий развития рекреационно-туристских территорий. (СНИЦ РАН)

Осуществлены модификация модельно-программного комплекса для проведения сравнительного анализа вариантов развития транспортных систем городов на досетевом уровне и для задач выбора участков территории города для новых объектов обслуживания, а также экспериментальные расчеты на примере системы транспортных районов Санкт-Петербурга и г. Тольятти для различных аппроксимационных функций. (СПб ЭМИ РАН)

Предложен комплекс мер по совершенствованию института правового регулирования рынка социальных услуг, который включает в себя: инструменты улучшения структуры рынка и вовлечения НКО, меры по повышению компетенций агентов рынка, а также внедрению информационно-коммуникационных технологий. (ИЭ КарНЦ РАН)

Разработаны сценарии развития промышленных городов Арктики, (сгруппированные по степени предпочтительности от наихудших к наилучшим). Пессимистические сценарии: закрытие моногорода; неуправляемое сжатие; умеренно негативное развитие. Сценарии неустойчивого развития: «ползучая» (постепенная) модернизация; диверсификация экономики. Оптимистические сценарии: диверсификация экономики; управляемое сжатие. Ключевыми параметрами, определяющими суть сценариев и их группировку, являются: роль градообразующего предприятия в дальнейшем развитии города, активность или пассивность местного сообщества в инновационном поиске в рамках местной производственной системы, динамика численности населения, стартовые параметры реализации сценария. (СОПС)

На основе анализа пространственной структуры экономики и расселения населения на Севере России доказано, что модернизация действующих производств, инфраструктурное обустройство освоенных территорий, повышение уровня и качества жизни укорененного населения является приоритетом в развитии производительных сил. Проблематика «освоения вширь» уходит на второй план; первостепенным становится «освоение вглубь». Движение от освоенных к новым территориям и акваториям сопряжено с огромными затратами и требует времени на научно-техническую подготовку. (ИСЭиЭПС КомиНЦ УрО РАН)

Проведено комплексное исследование по теме «Кадровый потенциал научных организаций, подведомственных ФАНО России», в результате которого получена уникальная по содержанию и объему статистическая и эмпирическая база данных. Сбор статистической, отчетной информации по учреждениям, подведомственных ФАНО России, был проведен по 1289 показателям, которые распределялись по восьми формам. Анализ данных показал, что в учреждениях, подведомственных ФАНО России, есть серьезный кадровый потенциал для отбора наиболее перспективных сотрудников в кадровый резерв. (ИСЭПН РАН)

Опубликованы 2 монографии «Философия и методология науки» и «Философская антропология и философия культуры», в которых разработана целостная концепция методологических принципов исследования сложных систем; предложены критерии различения двух типов сложности – саморегулирующихся и саморазвивающихся систем; раскрыты объективные основы синтеза естественнонаучных, технических и социально-гуманитарных знаний в процессе исследования сложных систем; прослежена роль этих знаний в социальных трансформациях на современном этапе цивилизационных перемен. (ИФ РАН)

Подготовлена на междисциплинарной основе серия теоретико-методологических и прикладных исследований по проблемам новой революции в военном деле. Аналитические записки, по этому, исключительно важному для национальной безопасности России вопросу, направлены различным государственным руководителям страны. Были опубликованы также две монографии: «Современные войны и военное искусство: некоторые социологические и политологические аспекты» и «Макроструктурные изменения в системе мировой политики до 2030 года». (ИСПИ РАН)

В рамках Мегапроекта «Транс-Евразийский пояс «RAZVITIE» (ТЕПР) произведена экспертиза социальных, экономических, политических, культурных последствий его реализации. Осуществлена дальнейшая разработка теоретико – методологических основ создания пояса «RAZVITIE», позволяющего решить комплекс экономических, геополитических, социальных 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 и проблемы занятости населения, превращением США из противника в партнера. (ИСПИ РАН)

Проведены общероссийские социологические исследования, которые позволяют сделать вывод, что «самодостаточность» россиян (45%) тесно связана с их активностью и предприимчивостью, материальной и социальной успешностью, отличается широким набором жизненных целей и готовностью предпринимать усилия для их достижения. Носителям этой установки присуща активная гражданская позиция, желание приносить пользу обществу. Как следствие, «самодостаточность» способна стать социальной доминантой российского общества, опорой его стабильного и устойчивого состояния и развития, что особенно важно в текущей общественно-политической ситуации, бросающей России новые политические, экономические и социокультурные вызовы. (ИС РАН)

Проведено фундаментальное исследование актуальных проблем международно-правовых отношений, включая право ВТО и ЕС. Впервые предложено и обосновано выделение в науке международного права понятий международного имущественного права, международного экономического процессуального права, науки транснациональных частноправовых отношений и др. категорий. (ИГП РАН)

С позиции концепции социальной реализации профессионала проведен анализ деструктивных тенденций в ведущих сферах профессионального труда. Выявлены основные факторы, приводящие к маргинализации сознания профессионалов (отсутствие осознания уникальности социальной функции своей работы и отсутствие установки на активное применение своих компетенций) – рассогласования между ожидаемым и действительным, между личным и социальным.

Разработаны принципы и методы психологической поддержки профессионалов в условиях маргинализации социально-экономических отношений. Они ориентированы на поддержку руководителей и специалистов, испытывающих адаптационные, ментальные, карьерные, возрастные, гендерные, этические и личностные трудности в условиях реорганизационного шока и социально-экономических кризисов. (ИП РАН)

Опубликована коллективная монография «Семья в России и Китае: процесс модернизации», в которой представлены траектории эффективного взаимодействия индивида, семьи и социальных институтов, изменений жизненных взглядов, ориентаций, усиления традиционных гендерных представлений. (СИ РАН)

Разработаны научные рекомендации по совершенствованию деятельности, направленной на борьбу с коррупцией. По результатам был издан сборник научных трудов «Актуальные проблемы научного обеспечения государственной политики Российской Федерации в области противодействия коррупции». (ИФиП УрО РАН)

Проведена экспертная оценка степени последовательности и эффективности национальной политики в России и в субъекте федерации эксперта, которая показала, что существующая практика реализации национальной политики, во многом основанная на ситуационном подходе, рассматривается по преимуществу как не всегда последовательная и эффективная. Более критичны в своей оценке муниципальные служащие. (ИФПР СО РАН)

Проведены исследования развития городских образований в Египте на примере древнейших поселений, существовавших на месте римской крепости Вавилон – Пер-Хапи и Хор-Аха, а также изучения связей между городскими поселениями на территории Каира и прилегающих областей. (ЦЕИ РАН)

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. В фокусе исследований 2015 г. – новые механизмы управлениями мировыми экономическими процессами, кризис международных институтов регулирования, глобальные социальные дисбалансы, процессы транскультурной миграции. Анализ глобальных тенденций в сфере международных отношений позволил сделать вывод о том, что сложившийся полицентричный миропорядок создает новые угрозы безопасности. Парадокс современной ситуации заключается в том, что нарастающий в международной системе кризис возник в условиях углубления глобальной экономической взаимозависимости, а все ведущие страны гипотетически осознают необходимость борьбы с международным терроризмом, противодействия распространению ядерного оружия, изменению климата и совместного реагирования на другие глобальные проблемы.

Важнейшие достижения

Пути выхода из кризиса и возможная роль России в этом процессе проанализирован в следующих крупных работах Отделения глобальных проблем и международных отношений (рис. 50):

Коллективная монография «Глобальное управление: возможности и риски».

Книга подготовлена по итогам исследования, выполненного ведущими учеными институтов Отделения глобальных проблем и международных отношений РАН в рамках Программы фундаментальных научных исследований «Формирование основ многополярного миропорядка и роль России в этом процессе». В работе дан развернутый анализ задач, форм, методов и идеологии глобального управления. Новизна работы заключается не только в исследовании новейших концепций и механизмов глобального управления в наиболее важных областях мирового развития,

но и в сопоставлении его идеологических основ в различных странах и регионах мира. Рассмотрены современные проблемы участия России в функционировании существующих и формировании новых механизмов глобального управления. (ИМЭМО РАН, ИСК РАН, ИЕ РАН, ИДВ РАН, ИАфр РАН, ИЛА РАН)

Коллективная монография «Global «Perestroika». Transformations of the World Order». Ed. by A.A. Dynkin, N.I. Ivanova. Moscow: VES MIR Publishers, 2015, 537 p. (Дополненное и обновленное издание. Перевод на англ. яз. монографии «Глобальная перестройка».

В основе работы – междисциплинарный, многофакторный анализ новых процессов и тенденций развития мира, построенный на сочетании экономического, социологического и политологического подходов. В фокусе исследования – новые механизмы управления экономическими процессами на национальном уровне и международные институты регулирования, глобальные социальные дисбалансы, процессы транскультурной миграции. 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. (ИМЭМО)

Коллективная монография «Новые подходы к глобальному финансовому регулированию».

В работе анализируются основные направления реформы глобального финансового регулирования в посткризисный период, дана оценка первых итогов реформы, проанализировано ее влияние на развитие глобальных финансов. Сделан вывод, что в современных условиях при отсутствии всемирных финансовых структур с нормотворческими и правоприменительными функциями глобальное финансовое регулирование неизбежно выступает как многоуровневый процесс, вобравший в себя глобальный, региональный и национальный уровни. (ИМЭМО)

Монография «Влияние мировой цены на рынки акций стран-нефтеэкспортеров».

В фокусе исследования – изучение зависимости рынка акций от мировой цены нефти. В исследовании содержатся выводы, важные для построения эффективного и диверсифицированного финансового рынка России, для превращения его в самостоятельный активный элемент мировой финансово-экономической системы и повышения эффективности управления компаниями (активами). Книга выдвинута на соискание премии Президента Российской Федерации в области науки и инноваций для молодых ученых за 2015 г. (ИМЭМО)

Монография "Уроки холодной войны"

Проведено исследование эволюции структуры международных отношений после холодной войны: выявлены перемены в составе ведущих участников мировой системы, формирование сфер сотрудничества и соперничества, определены главные области международной безопасности. Одним из главных выводов является утверждение, что завершение холодной войны и формирование однополярной структуры международных отношений не привели к снижению напряженности, а, наоборот, уровень неопределенности и неустойчивости значительно вырос. Это проявилось, прежде всего, в регионе Ближнего и Среднего Востока, а также по периметру географического пространства России и НАТО. (ИСК РАН)

Монография «Управление миграционными процессами в США и России. Сравнительный анализ».

Проведен комплексный организационно-правовой сравнительный анализ миграционных систем России и США. Выявлены схожие социально-экономические, культурные и криминологические проблемы, такие, как легализация незаконных мигрантов, социокультурная адаптация, замкнутые этнокультуры, контроль трудовой миграции, критерии натурализации, административное регулирование. Изучены

тенденции и положительный опыт, пригодный для совершенствования российской миграционной системы. (ИСК РАН)

Коллективная монография «Исламские радикальные движения на политической карте современного мира: страны Северной и Северо-Восточной Африки» и статья «Негосударственные и квазигосударственные акторы Большого Ближнего Востока и проблема «евроджихадизма».

Исследования современного ислама показали, что развитие радикализма в исламе выходит за пределы религиозных и политических изменений. В современный период оно приобретает трансграничный характер, создает зоны нестабильности вне политических и культурных границ. Изучены факторы возникновения, этапы развития и характер деятельности исламистских движений, включая т.н. «исламское государство». Впервые исследован феномен «евроджихадизма» и его влияние на внутриполитические процессы в Европе. Привлечено внимание к необходимости разработки четкой программы нейтрализации радикального ислама на территории РФ. (ИАфр РАН)

Монография «Пекин, Вашингтон, Москва: взаимоотношения в контексте трансформации глобальной архитектоники».

Выявлены факторы динамики во взаимоотношениях между США, КНР и СССР на рубеже 1970-х годов. Рассмотрены последующие перемены в «тройственном формате», которые проявились в демонтаже биполярной системы мира, эволюции глобальной архитектоники на рубеже 20-21-го столетий. В контексте интересов РФ проанализировано влияние отношений в «тройке» на текущие процессы становление нового мирового экономического и политического порядка. (ИДВ РАН)

Монография «Внешняя политика Китайской Народной Республики в XXI столетии».

Проанализированы заветы архитектора китайских реформ Дэн Сяопина и их воздействие на внешнеполитический курс четвертого поколения лидеров КНР во главе с Ху Цзиньтао.

Рассмотрены первые шаги на международной арене пятого поколения лидеров страны во главе с Си Цзиньпином. Дана оценка перспектив дальнейшего возвышения Китая. (ИДВ РАН)

Коллективная монография «Латинская Америка на мировом рынке продовольствия».

Продовольственная безопасность трактуется как неотъемлемая часть национальной безопасности. Работа о роли Латинской Америки на мировом продовольственном рынке, подготовленная в ИЛА РАН, является первым значимым шагом в разработке данной темы. Целый ряд латиноамериканских стран готовы внести свой вклад в обеспечение мировой продовольственной безопасности, а также заместить на российском рынке попавшую под санкции продукцию западных стран. (ИЛА РАН)

Коллективная монография «Миграционные проблемы в Европе и пути их решения».

Проведено исследование миграционных проблем в Европе. Проанализировано их влияние на социально-экономическую и политическую ситуацию в Европейском союзе. Дана оценка нормативной базы иммиграционной политики ЕС и деятельности по противодействию нелегальной иммиграции. Особое внимание уделено изучению проблемы реализации российской иммиграционной политики. (ИЕ РАН)

Коллективная монография «Современная Германия. Экономика и политика».

Проведено детальное исследование экономических и политических аспектов современной ФРГ.

Проанализированы финансовая и банковская системы страны, актуальное состояние рынка труда, научно-технологическая и инновационная политика Германии,

реформы в области энергетики. Исследованы особенности развития партийно-политической системы. Дан анализ внешней политики Германии на современном этапе, её взаимоотношениям с основными странами-членами ЕС, США, Россией. Изучено влияние украинского кризиса на внешнюю политику ФРГ и на реформы бундесвера. (ИЕ РАН)

Коллективная монография «Вглядываясь в прошлое: Мировые войны XX века в истории Дальнего Востока России».

Впервые комплексно исследовано влияние мировых войн XX века на Дальний Восток России. Рассмотрены структура и размещение вооруженных сил, оборонный потенциал региона, включая промышленность, торговлю, переселенческий вопрос. Влияние войн на общество охарактеризовано сквозь призму эволюции общественных настроений жителей Дальнего Востока и через реальные судьбы дальневосточников. Освещаются международные проблемы между двумя мировыми войнами. (ИИЭАЭ ДВО РАН)

Наиболее важные результаты, полученные в рамках Программы фундаментальных исследований Отделения глобальных проблем и международных отношений Российской академии наук «Дисбалансы современного миропорядка и Россия» в 2015 году:

1. **Новые инструменты глобальной экономической и политической конкуренции**

Исследование посвящено анализу явлений и процессов в сфере международных отношений, связанных с развитием новых и трансформацией традиционных инструментов глобальной экономической и политической конкуренции между государствами и ведущими негосударственными субъектами мировой экономики и политики. Выявляются и анализируются общие тенденции, связанные с одновременным ростом международной и транснациональной конкуренции и глобальной экономической и политической взаимозависимости. В фокусе внимания – развитие инструментов, структур и принципов конкуренции государств и иных акторов, происходящее в первую очередь в связи с нарастанием динамики транснациональных процессов в финансовой, политической, идейно-психологической, информационно-коммуникационной сфере, а также в области международной безопасности. На первом году исследования темы основное внимание исследовательского коллектива было сосредоточено на возрастающей роли политических идей и концепций, а также структур их воспроизводства и распространения («мозговых центров»), как средства внешнеполитического влияния и противоборства в идейно-психологической и политической сферах. (ИМЭМО)

2. **Межрегиональные контрасты внутри крупных мировых центров силы: ЕС, США, Китай, Индия**

При анализе проблем в ЕС на региональном уровне акцент сделан на рисках, связанных с этнокультурными процессами в Европе. Рассмотрено влияние ситуации в Шотландии, Каталонии и других регионах с выраженной этнокультурной идентичностью на развитие ЕС. Исследуются также другие риски, вызванные наличием в ЕС традиционных языковых и культурных барьеров. Особое внимание уделено последствиям трансграничных миграций, включая неконтролируемые потоки из Северной Африки и Ближнего Востока.

Анализ проблем в США проведен как на макрорегиональном уровне (четыре основных района страны), так и микрорегиональном уровне (внутрирайонное деление городов). Особое внимание обращено на более высокий уровень бедности и его влияние на уровень преступности среди расово-этнических меньшинств, особенно чернокожего и латиноамериканского населения.

При анализе Китая показано, что старение населения является одной из главных угроз для экономической модели развития страны, основанной на экспорте и перехода к модели, основанной на внутреннем потреблении.

При исследовании проблем Индии выявлено, что «реформа Манмохана Сингха» и последующие макроэкономические меры правительства повысили темпы роста экономики. Однако диспропорции развития между штатами возросли. (ИМЭМО)

3. Кризис в системе международной безопасности: вызовы для России (ядерный аспект-контроль над ядерным оружием, технологиям и материалами)

Впервые за пятьдесят лет переговоров и соглашений по ядерному оружию мир оказался перед реальной перспективой потери договорно-правового контроля над ними. Процесс переговоров по сокращению стратегических наступательных вооружений зашел в глубокий тупик, а система договоров подвергается политической и военно-технической эрозии.

Между великими державами может развернуться новая гонка вооружений, будет возрастать угроза создания ядерного оружия новыми странами и его боевого или случайного применения в локальных войнах, а также в виде террористических актов экстремистских организаций.

Для основных существующих и будущих технических и военных проблем можно найти решения при наличии к тому политической воли руководства ведущих держав и при условии деэскалации текущего кризиса политических отношений России и Запада. Основные направления дальнейшей разработки механизмов контроля над вооружениями: вопросы дальнейшего сокращения стратегических сил России и США; регламентация новых систем ПРО обеих стран; раздельное обсуждение мер в отношении существующих и будущих высокоточных обычных систем большой дальности; подготовка переговоров по нестратегическим ядерным вооружениям; поиск адекватных форм и методов подключения к процессу третьих ядерных государств; выработка совместного подхода к укреплению Договора о нераспространении ядерного оружия. (ИМЭМО)

4. Научно-технический потенциал и дисбалансы в инновационной сфере: развитые и развивающиеся страны

Глобализационные процессы и инновационное развитие породили целый ряд существенных социально-экономических и общественно-политических дисбалансов, к основным относится ситуация на рынке инноваций. С одной стороны, налицо доминирование крупных транснациональных субъектов из передовых развитых стран. Однако для них лидерство становится все более ресурсоемким, а его параметры – все менее определенными. С другой – быстрый рост динамичных конкурентов из развивающихся стран, которые растут с очень низкой базой без сильных научных и институциональных основ устойчивого долгосрочного лидерства. Все это ведет к весьма острой конкуренции между различными категориями субъектов, включая национальные инновационные системы.

Ответом на указанные и иные диспропорции становится интенсивное развитие на основе инноваций – за счет роста ресурсного обеспечения научно-инновационных процессов, решения институциональных проблем и ограничений, а также решения дилемм глобализации (поиск баланса национального и глобального в инновационных стратегиях в ситуации, когда открытость инновационных систем становится и условием, и риском лидерства). Все это находит свое отражение в усложнении задач национального и глобального управления инновационными процессами. Речь идет о серьезном переформатировании инновационной политики, подходов к ее формированию и реализации, а также о широком общественно-политическом диалоге о будущем. (ИМЭМО)

5. **Тихоокеанская Азия: тенденции и противоречия развития**

Проведен анализ основных тенденций, противоречий, а также угроз и вызовов международной безопасности в странах Тихоокеанской Азии: Китае, Японии, государствах АСЕАН и Корейского полуострова. Существующие здесь проблемы и конфликты рассматриваются как неизбежные следствия социальных, политических и экономических дисбалансов, наблюдаемых в этом регионе. Соответственно, всестороннее существенное и устойчивое укрепление безопасности стран региона возможно только при условии формирования принципиально новой ее архитектуры, позволяющей уменьшить остроту существующих в регионе международных и внутренних дисбалансов и купировать их проявления.

Отражением такого подхода должна стать новая транстихоокеанская система многосторонней безопасности и совместного развития, построенная на принципах недестабилизирующего неравенства и иерархической полицентричности. (ИМЭМО)

6. **Социальные дисбалансы**

Происходящие в мировой экономике процессы ведут к углублению разрыва между экономическим ростом и социальным развитием. Это стало в последние десятилетия главным трендом, определяющим развитие социальной сферы. В итоге уменьшается количество качественных рабочих мест, происходит размывание ранее сложившихся институтов социальной защиты населения, снижается доступ к основным общественным благам для значительного числа граждан.

Реформирование систем государственной поддержки граждан, становящееся общемировой тенденцией, ведет к возрастанию стоимости социальных услуг для населения и ставит под вопрос само существование социального государства.

Изучение направлений трансформации современного мироустройства в его социальной составляющей рассматривается, в первую очередь, в контексте анализа практической политики в социальной сфере, в том числе и для России. (ИМЭМО)

7. **Эволюция системы международных отношений на региональном и глобальном уровнях; риски и гарантии международной безопасности**

Вовлеченная в новый виток геополитического противостояния Россия противопоставила США и ее стратегии управляемого хаоса достаточно простую и эффективную политику «блокирования и закрепления». Ее суть можно свести к следующему: Россия блокирует попытки США получить полную победу на отдельных геостратегических театрах, при этом сама проецирует влияние на одной из ключевых ячеек конкретной геополитической площадки (алавитский плацдарм в Сирии, Донбасс, Крым, Абхазия, Ю.Осетия, Приднестровье, Таджикистан и Киргизия). Наиболее значимым проектом, разворачивающимся у южных границ России, может стать «Независимый Курдистан». Поскольку в усилении курдского фактора заинтересованы в той или иной степени Россия, США, аравийские монархии, Израиль, а также в какой-то мере Иран (без вовлечения иранских курдов), то эта перспектива выглядит вполне реальной. (ЮНЦ РАН)

В регионе Большого Ближнего Востока, в значительной степени охватывающего Каспийско-Черноморское зарубежье, основная часть возможных конфликтов, коалиций и сценариев неоднократно просчитана экспертами. Основным «черным лебедем» может стать внезапная перегруппировка террористических объединений, либо дестабилизация Турции. Последовательная логика ликвидации сильных региональных держав, обладающих значительным военным потенциалом на фоне активного участия в курдском проекте Соединенных Штатов, ставит под сомнение сохранение внутриполитической стабильности и территориальной целостности Турции. Эта страна, как и Украина, согласно классической концепции С.Хантингтона, является цивилизационно расколотой. Результаты парламентских выборов 2015 г. в Турции показали сохранение раскола страны на курдский юго-восток, либеральную прибрежную зону и консервативную внутреннюю часть Анатолии, границы которых

являются линиями потенциальных разломов в случае острого внутриполитического кризиса.

На Ближнем Востоке с 2011 г. дан старт новой перекройке границ. В числе основных инструментов создания нестабильности в регионе – поддержка радикального ислама, использование шиитско-суннитских противоречий, этнического сепаратизма, ирредентистких движений разделенных народов. Баланс сил поддерживается за счет сложного переплетения интересов основных участников геполитической игры.

Вызывает определенные опасения, что курс на реабилитацию Ирана направлен в числе прочего на сохранение полюса в шиитско-суннитском противостоянии. В числе ранее обозначенных американскими экспертами и политиками проектов возможной перекройки границ пока отложенный характер носит проблема белуджей. Сохранение относительной стабильности в регионе АфПака соответствует интересам Китая. При этом заслуживает внимания снижение активности уйгурского сепаратистского проекта, поддерживаемого США, что может свидетельствовать о концентрации сил на новых направлениях «экспорта демократии».

На пространстве большого Ближнего Востока все отчетливее проявляется отличие между местными этническими боевыми формированиями (курды, пуштуны, узбеки, таджики и др.) и «экспедиционным» террористическим корпусом, сформированным со значительным участием граждан РФ (Северный Кавказ, Поволжье), стран Центральной Азии и Закавказья. Местные группировки нацелены на удержание собственных территорий, интернациональные образования – на решение задач, поставленных внешними заказчиками. Главное предназначение этих террористических организаций, действующих от Пакистана до Ливии – дестабилизация. В этой связи основным вектором активности террористических групп, дислоцированных в регионе, оказывается направление «АфПак – Центральная Азия – Поволжье и Западная Сибирь». (ИСЭГИ ЮНЦ РАН)

Растет напряженность в странах Центральной Азии (Туркменистан, Таджикистан, Киргизия). В Казахстане и Узбекистане на повестке дня остро стоит проблема преемственности власти. Центрально-азиатское направление, где Китай имеет значительные интересы, в гораздо меньшей степени испытывает американское воздействие. Кроме того, дестабилизация региона по сирийско-ливийскому сценарию способна обострить непростые американо-китайские отношения.

Основные угрозы региону могут исходить из Афганистана, причем не столько от группировок местных исламистов, сколько от террористического интернационала, действующего под брендом ДАИШ. Децентрализованные террористические сети выполняют поставленные извне задачи. Они перемещающиеся не только по Афганистану и пакистанской зоне племен, но и по всему Ближнему Востоку и странам Магриба. Несмотря на относительную малочисленность, они способны перетекать из страны в страну, образуя ударный кулак для того, чтобы посеять хаос в нужной стране, избегая классического противостояния «армия против армии». В целом, эти формирования представляют собой нелегальный сегмент общемировой тенденции по использованию частных военный компаний для решения геополитических вопросов.

Афганское направление вызывает повышенное внимание со стороны большинства экспертов и Генерального штаба РФ. На сопредельных с Туркменией и Таджикистаном территориях идет концентрация исламистского интернационала. Наиболее вероятный сценарий – диверсионные рейды террористических групп вглубь Центральной Азии, в том числе фланговые обходы в Узбекистан. Ключевым объектом дестабилизации может стать Ферганская долина, где в последнее время активизировали деятельность агенты влияния из западных стран и исламские экстремисты. Два возможных коридора инфильтрации боевиков: Туркмения – Западный Казахстан, Таджикистан – Киргизия – Казахстан.

Особую озабоченность вызывают процессы в исламском клине России. Возрастающая трудовая миграция из стран ЦАР и республик Северного Кавказа нарушает привычный этноконфессиональный баланс, приводит к бытовым столкновениям и росту националистических настроений. С учетом притока мигрантов, исповедующих нехарактерные для Сибири и Поволжья религиозные направления, происходит радикализация исламского сообщества. На этом фоне сохраняются проявления латентного национализма в Татарстане в среде политических элит, заигрывание с суннитскими монархиями, поддерживающими исламистский интернационал. (ЮНЦ РАН)

В этой связи российский политолог Ю.Крупнов еще в 2013 г. совершенно справедливо указывал на «военную угрозу транспортно-логистического присутствия ВС США и НАТО на Северной дистрибутивной сети, которая является идеальным руслом для направления на Тюменский нефтегазоносный комплекс и Поволжье повстанческих сил». Справедливы и оценки возможной численности этого контингента на уровне 5-20 тыс. боевиков, которые подтверждаются данными 2015 г.

Детальное изучение ситуации в Казахстане показало, что сценарий русского сепаратизма объективно не отвечает интересам Москвы, отсутствуют предпосылки для его реализации (у североказахстанских регионов нет значительных экономических ресурсов, отсутствует критическая масса русского населения). Дестабилизирующим фактором способна выступить активизация казахстанских националистов, однако правительство не допускает сколь-нибудь заметного усиления радикалов и в целом проводит взвешенную внутреннюю политику. В сравнении с антироссийскими идеологическими проектами – украинским и грузинским национализмом – казахстанский вариант не получил серьезного оформления, не наполнен содержательно, и не имеет глубоких исторических корней.

Баланс политических сил в Казахстане остается стабильным. Анализ республиканских элит позволил установить, что большая часть бизнес-элиты заметно моложе, чем представители политической элиты, примерно половина которой связана с правящей партией «Нур Отан». Представители бизнеса несколько дистанцированы от власти. Казахстанский истеблишмент в целом ориентирован на развитие сотрудничества с Российской Федерацией, поскольку оно приносит реальные экономические выгоды. Достаточно отметить, что до 80% экспортных потоков Казахстана проходит через Россию. Против интеграции настроена часть малого и среднего бизнеса, импортирующего товары, а также те, кто занят обслуживанием потребительского и финансового сектора. Интеграционные установки в значительной степени поддерживаются и вследствие угроз со стороны афганского направления для Центральной Азии в целом.

Война на Донбассе привела к значительным потерям среди населения региона. Существенными оказались и косвенные потери Донецкой и Луганской областей Украины (сверхсмертность населения, связанная с разрушением и деградацией регионального здравоохранения и других систем социального жизнеобеспечения; ухудшение воспроизводственных характеристик населения; масштабная миграция за пределы Донбасса). Официальные цифры, приводимые в отчетах ООН (более 8 тыс. человек на середину ноября 2015 г.) являются серьезно заниженными. Масштабы военных потерь, озвучиваемые сторонами конфликта, также не соответствуют действительности – каждая из них существенно (как правило, в разы) занижает размеры своих потерь и аналогично преувеличивает потери противника. (ЮНЦ РАН)

Присутствующие в информационном поле оценки общего числа прямых жертв конфликта на востоке Украине (весна 2014 – осень 2015 гг.) располагаются в диапазоне от 7 до 60 тыс. человек. Взвешенная экспертиза данного показателя позволяет говорить о 20-30 тыс. человек, включающих потери среди военных Украины

и ополченцев (в общей сложности порядка 10-20 тыс. человек) и гражданского населения (до 10 тыс. человек).

Приблизительный расчет косвенных потерь предполагает учет демографических воспроизводственных показателей как населения, оставшегося в Донбассе (в двух самопровозглашенных республиках и на территориях, контролируемых украинскими военными), так и большого числа беженцев и вынужденных переселенцев, покинувших зону конфликта и в настоящее время сконцентрированных в десятках районах России и Украины. Все группы данного населения характеризуются крайне высоким показателем естественной убыли. Ее приблизительная оценка, основанная на официальной статистике репродуктивной активности населения региона, позволяет говорить о том, что Донбасс в течение последнего года недополучил порядка 20-25 тыс. новых жителей. Расчеты сверхсмертности местного населения дают для 2014-2015 гг. диапазон 25-40 тыс. человек. Тем самым косвенные демографические потери конфликта уже составили порядка 45-65 тыс. человек.

Оценка численности современного постоянного населения украинского Донбасса и самопровозглашенных республик позволяет делать вывод о потере примерно 25-40% их демографического потенциала (прежде всего, вследствие масштабной миграции, которая на пике вооруженного противостояния достигала 1,7-1,8 млн. человек).

Масштабы потерь существенным образом различаются по отдельным городам и районам региона, напрямую коррелируя с расстоянием от линии силового противостояния. По состоянию на лето – осень 2015 гг. население ДНР могло составлять порядка 1,5-1,7 млн. человек, ЛНР – 1,0-1,1 млн. человек. В случае закрепления наметившейся в последние месяцы военно-политической стабилизации на востоке Украины можно ожидать возвращение в регион значительного числа беженцев, способных существенно увеличить население как украинской, так и повстанческой частей Донбасса.

Становление самопровозглашенных республик в качестве политически независимых от Украины обществ неизбежно запустит процесс смещения центра их поселенческой сети. Существенная коррекция при этом варианте развития ждет и систему расселения прилегающих к ДНР и ЛНР украинских территорий (устойчивая депопуляция приграничной полосы с обеих сторон). Еще более серьезной (и уже в среднесрочной перспективе) может оказаться трансформация национальной структуры населения украинского и пророссийского Донбасса. Причем вектор этой трансформации в двух частях региона будет противоположным. На территориях, контролируемых Киевом, может ускоренным темпом развернуться этническая украинизация местного населения, тогда как в народных республиках будет столь же быстро идти процесс обрусения. И данные этнодемографические сдвиги могут определяться не только ассимиляционными процессами, но и интенсивным миграционным взаимообменом населения между двумя частями региона, в т.ч. «перетоком» по этническому признаку.

ИСТОРИКО-ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Гуманитарное знание – важная составляющая формирования национального самосознания и культурного развития российского гражданина. Учёные-гуманитарии РАН вносят большой вклад в процессы формирования идентичности народов нашего государства, осознания ими единства и преемственности историко-культурных традиций, поддержание духовной стабильности, которая является необходимым компонентом развивающегося общества. В декабре 2014 г., в марте и декабре 2015 г. ОИФН РАН организовало три научные сессии, имеющее важное методологическое

значение. Они были посвящены актуальным вопросам исторических и филологических наук, а также междисциплинарным исследованиям в современном гуманитарном знании. На заседаниях был представлен научный инструментарий сегодняшнего учёного-гуманитария, подведены итоги крупных научных проектов, обозначены важные направления для дальнейших исследований.

Вопросы сохранения и изучения отечественного исторического и культурного наследия занимают одно из ведущих мест в деятельности ОИФН РАН. Это вопросы, связанные с проведением охранно-спасательных археологических работ, подготовкой историко-этнографических описаний народов России, фундаментальных словарей их языков, изданием памятников фольклора, выпуском академических собраний сочинений классиков отечественной литературы. Следует отметить также публикацию трудов, посвящённых крупным деятелям российской науки и культуры. Огромная работа по изучению, сохранению и презентации отечественного историко-культурного наследия реализует себя в подготовке и выпуске изданий, высокопрофессиональный уровень которых делает их уникальными не только для отечественной, но и мировой практики.

За отчётный период завершён ряд крупных проектов. В частности, доказано, что первоначальное заселение Северного Кавказа произошло примерно 2 млн. лет назад, в межледниковую эпоху, а один из путей первоначального заселения человеком Евразии пролегал вдоль западного побережья Каспийского моря. Таким образом, раскрыт ещё один маршрут освоения Homo sapiens нашей планеты. Имеются достижения отечественной археологической науки, связанные с получением данных об освоении человеком полярных и приполярных территорий, которое началось ещё в каменном веке в Северной Евразии.

Большой круг тем связан с изучением различных аспектов истории и историографии России, становления её государственности, культуры, внешнеполитической деятельностью. На основе анализа истории текста «Русской Правды» проведена реконструкция юридических норм на Руси в начале-середине X века. Важным событием стал выход книги, посвящённой средневековой Руси, где усилиями археологов, нумизматов, лингвистов, искусствоведов проведён междисциплинарный анализ узловых моментов российской истории этого периода. Учёные-гуманитарии приступили к подготовке академической истории Крыма, на страницах которой будет рассмотрен круг тем, связанных с историей, культурой, государственностью этой части России. Завершена работа над двухтомной историей Испании, где общая картина цивилизационного развития испанского государства, особенности его политической, экономической и социальной жизни доведены до XXI века. Выполнен проект по подготовке на русском языке обобщающего монографического издания, посвящённого киданьской империи Ляо (907-1125 гг.).

Историками и филологами РАН в 2015 г. выдвинут ряд крупных теоретических концепций, вошедших в арсенал современных гуманитарных дисциплин. Так, в продолжение разработки оригинальной методологии «антропологии движения» выполнено исследование феномена колонизации, завершён крупный проект в области славянской этнолингвистики, исследована история идеи об «арийской общности» и процесс конструирования арийской идентичности. Следует отметить важность междисциплинарных исследований в сегодняшнем гуманитарном знании. Особое место в этих исследованиях принадлежит методам цифровых технологий, позволяющим оперировать большими объёмами информации, без использования которых становится невозможна разработка крупных гуманитарных проектов, в том числе одного из самых перспективных направлений современного языкознания – корпусной лингвистики.

Важнейшие результаты

В монографии чл.-к. РАН Х.А. Амирханова «Северный Кавказ: начало преистории» (Махачкала, 2015) подводятся итоги десятилетних (2005-2015) исследований на многослойных памятниках олдована Айникаб 1, Мухкай 1, Мухкай 2 и др. стоянках. Автор приходит к важному выводу о том, что первоначальное заселение Северного Кавказа произошло примерно 2 млн. лет назад, в межледниковую стадию Бибер-Дунай, а один из путей первоначального заселения человеком Евразии пролегал вдоль западного побережья Каспийского моря. (ИА РАН, ИИАЭ ДНЦ РАН)

Книга «Первоначальное заселение Арктики человеком в условиях меняющейся природной среды: атлас-монография» (отв. ред. В.М. Котляков, А.А. Величко, С.А. Васильев. М., 2014) содержит имеющиеся на сегодняшний день сведения о главных этапах первоначального проникновения и освоения человеком полярных и приполярных пространств, которое началось в каменном веке в Северной Евразии и завершилось уже в историческое время в Гренландии, Исландии и на островах Северного Ледовитого океана. Атлас-монография включает серию региональных очерков, посвященных характеристике изменений природной среды в позднем плейстоцене и голоцене и проблемам расселения древнего человека. В заключительной части впервые представлены комплексные реконструкции этапов и путей заселения человеком Высоких Широт. Тексты опираются на результаты междисциплинарных исследований опорных стоянок древнего человека и данные о динамике ландшафтно-климатических изменений в районах первичного заселения. (ИИМК РАН)

Очередной 10-ый выпуск «Общеславянского лингвистического атласа» (М.-СПб., 2015) лексико-словообразовательной серии посвящен теме «Народные обычаи». В нем впервые представлена лингвистическая информация, охватывающая всю территорию Славии (более 800 населённых пунктов). Содержащаяся в томе лексика чрезвычайно интересна в историко-культурном отношении: будучи в большинстве своем праславянской, она отражает древние воззрения славян на окружающий мир, их представления о жизни, смерти, счастье и проч. Карты тома имеют целью показать в пространственной проекции вариативные звенья одного из древнейших номинативных участков лексической системы славянских диалектов, который связан с традиционной духовной культурой славян. Материалы тома вводят в научный оборот новую информацию о сходствах и различиях славянских диалектов в области лексики и словообразования и дают возможность ярче представить диалектную дифференциацию лингвистического ландшафта современной Славии. (ИРЯ РАН, ИСл РАН)

Сборник статей «Города и веси средневековой Руси: археология, история, культура: к 60-летию Николая Андреевича Макарова» объединил работы отечественных и зарубежных археологов, историков, нумизматов, лингвистов и искусствоведов. Книга дает определенный срез современного состояния отечественной археологии, истории и вспомогательных исторических дисциплин в изучении широкого круга вопросов истории средневековой Руси (рис. 51). (ИА РАН)

Во втором завершающем томе «Истории Испании: от войны за испанское наследство до начала XXI века» (отв. ред. М.А. Липкин, О.В. Волосюк, Е.Э. Юрчик, М., 2015) рассматриваются события, процессы и явления XVIII-XXI веков. В работе представлена общая картина цивилизационного развития Испании, а также особенности политической, экономической и социальной жизни страны. Особое место уделено вопросам дипломатии и культуры, историческим корням «государства автономий», роли Испании в современном мире. (ИВИ РАН)

В монографии М.Б. Свердлова «Правда Русская. История текста» (Новгород, 2015) проведен системно-структурный анализ текстов Краткой и Пространной Правды Русской, их сравнение с германскими Правдами, что позволяет реконструировать состав и содержание юридических норм, которые существовали на Руси в начале-середине X в. Эти нормы учтены в русско-византийских договорах 911 и 944 гг. под

названием Закон Русский. Текстуальный анализ дает возможность проследить эволюцию этих норм как государственного закона в XI-первой четверти XII в., раскрыть значение новгородского восстания 1015 г. в начальной истории древнерусского писаного права. (СПбИИ РАН)

В книге «От царства к империи. Россия в системах международных отношений. Вторая половина XVI – начало XX века» (отв. ред. И.С. Рыбаченок, М.-СПб., 2015) впервые комплексно рассмотрен широкий круг вопросов, связанных с длительным процессом становления России как великой державы и влиятельного субъекта международных отношений. В работе убедительно проанализированы причины изменения места и роли России в системах отношений между государствами, выявлены и осмыслены особенности и закономерности процессов в сфере международных отношений в рассматриваемый период. Работа основана на широком круге документов из отечественных архивов, впервые вводимых в научный оборот, с активным привлечением отечественной и зарубежной литературы (рис. 52). (ИРИ РАН)

В труде чл.-к. РАН С.В. Каштанова «Московское царство и Запад. Историографические очерки» (М., 2015) рассматривается развитие историографии феодального иммунитета в России XVIII-XX вв., излагается авторская теория иммунитета как общеевропейского института, характерного для периода Средних веков. Монография дополняется приложениями, где анализируются представления западной историографии XIX-XX вв. о феодализме в России и дается обзор современных концепций эволюции форм труда в Европе XIII-XVIII вв. Отдельные очерки посвящены историографии крестьянства Среднего Поволжья в эпоху феодализма и вопросу о роли крестьянской реформы 1861 г. в развитии тематики и методологии российского источниковедения. В двух очерках содержится разбор русской и французской литературы 60-х годов XX в., касающейся истории феодальной России. (ИВИ РАН)

Чл.-к. РАН А.В. Головнев в монографии «Феномен колонизации» (Екатеринбург, 2015) трактует колонизацию как универсальный механизм движения живой материи, в котором действуют общие для природы и общества алгоритмы адаптации, конкуренции, симбиоза, сукцессии. Автор предлагает аналитический обзор различных сценариев – палеолитического заселения планеты, сложения античной ойкумены, миграций кочевников, экспансии империй, магистралей Руси, становления России – которые позволяют предложить обобщенную теорию колонизации. Согласно концепции исследователя, проявления колонизации до сих пор наполняют социальную реальность, включая поведение мигрантов, действия элит и даже игры детей. (ИИА УрО РАН)

Книга С.М. Толстой «Образ мира в тексте и ритуале» (М., 2015) включает работы, относящиеся к области славянской этнолингвистики – дисциплины, изучающей язык, традиционную духовную культуру (обряды, обычаи, верования) и фольклор в их неразрывном единстве. Материалы исследования посвящены теоретическим аспектам этнолингвистики и основным этапам ее формирования, вопросам взаимодействия язычества и христианства в славянской культурной традиции, анализу структуры и поэтики фольклорных текстов разных жанров. В заключение рассматриваются верования как особый жанр народной культуры и способы их выражения в слове, тексте, обряде, повседневной практике. (ИСл РАН)

Коллективное междисциплинарное исследование «Русская литература в зеркалах мировой культуры: рецепция, переводы, интерпретации» предлагает трактовку русской литературы как важного фактора межкультурных взаимодействий, объекта восприятия, переводов, интерпретации и адаптации в словесности, философии, музыке. Работа, написанная коллективом ученых из России, Франции, Италии, Испании, Бельгии, Турции, Китая и Бразилии, призвана способствовать углубленному

осмыслению ключевой роли отечественной литературы в формировании образа нашей страны в мировом культурном пространстве XIX-XXI веков. (ИМЛИ РАН)

В книге Анны А. Зализняк, И.Л. Микаэлян, А.Д. Шмелева «Русская аспектология: В защиту видовой пары» развивается аспектологическая концепция, опирающаяся на идеи Ю.С. Маслова и Т.В. Булыгиной о видовой паре как функциональном отношении, конституирующем русскую аспектуальную систему. Исследуются вопросы, связанные с видовой коррелятивностью: рассматривается механизм имперфективации в русском языке, вводится понятие позиции обязательной имперфективации и понятие видовой связи, обсуждается «критерий Маслова» и проблемы, возникающие при его применении, устанавливается место видовых троек в русской аспектуальной системе. В книгу включены фрагменты полемики с альтернативной теорией русского вида, развиваемой в работах Лоры Янды и ее коллег. (ИЯз РАН)

Изучение, сохранение и презентация отечественного исторического и культурного наследия – одно из приоритетных направлений российской гуманитарной науки.

Проведено исследование средневековых культурных напластований в Зарядье в Москве. В юго-западной части Китай-города вскрыт мощный (до 5 м) культурный слой, сохраняющий остатки деревянных сооружений и изделия из органических материалов, откладывавшийся на одной из дорог Москвы (Великая улица?), по меньшей мере, с XIV века. Впервые наблюдается постепенная и документированная смена вещевого материала; кроме хронологии, она ярко отразила культурно-историческое развитие московской культуры XV-XVII вв.; впервые выделен слой с концентрацией вещей из Золотой Орды. Исключительно важна находка берестяной грамоты рубежа XIV – первой трети XV в. Её отличает (от трех ранее известных) классический облик листа, высокий профессионализм писца, традиционное для этого эпистолярного жанра деловое содержание документа. (ИА РАН)

Вышел первый том «Трудов Богучанской археологической экспедиции», в котором обобщены результаты охранно-спасательных работ, выполненных в 2007-2012 гг. в Северном Приангарье. Составлен и опубликован свод изученных памятников – более 200 объектов археологического наследия, располагавшихся на протяжении 400 км в зоне затопления Богучанской ГЭС. Описана методика работ, изучены геолого-геоморфологические особенности территории, охарактеризованы основные категории находок. В результате спасательных работ был получен разнообразный и многочисленный фактический материал – более миллиона артефактов, отражающих историю Северного Приангарья от эпохи палеолита (30-40 тыс. л.н.) до нового времени (XVII-XVIII вв.). (ИАЭТ СО РАН)

В рамках многотомной историко-этнографической серии «Народы и культуры» вышло фундаментальное издание «Башкиры» (отв. ред. Е.С. Данилко, чл.-к. РАН Р.Г. Кузеев) где рассмотрены основные этапы этнической и социально-политической истории, демографические процессы и современное этнокультурное развитие башкир. Отдельные главы тома посвящены языку, традиционному хозяйству и системе жизнеобеспечения, костюму, декоративно-прикладному искусству, семейному быту, фольклору, праздничной культуре, религиозным представлениям и профессиональной культуре. Впервые публикуются специально подготовленные карты расселения башкир в Российской Федерации. (ИЭА РАН, ИЭИ УНЦ РАН, ИИЯЛ УНЦ РАН)

Археографической экспедицией ГПНТБ СО РАН открыт уникальный письменный источник середины XIX в. «Цветник», характеризующий особенности возникновения служебной, литературной и догматической книжности периода формирования идеологии первых старообрядческих направлений. Рукописный сборник, в составе которого более сотни названий различных сочинений древнейшего

периода русской письменности, раскрывает идеологические предпочтения и литературные интересы его создателя и читателей. (ГПНТБ СО РАН)

Книга «Духовные стихи Русского Севера» (Петрозаводск, 2015) включает 360 духовных стихов, собранных на территории Республики Карелия и сопредельных областей. Впервые жанру духовных стихов, по своей значимости занимающих второе место после былин в эпическом наследии русского народа, посвящено специальное издание, основу которого составили произведения из собрания Научного архива КарНЦ РАН. Особую ценность публикации придает нотное приложение, в котором представлены 70 напевов духовных стихов – как эпических, так и поздних, старообрядческих. (ИЯЛИ КарНЦ РАН)

По результатам празднования 150-летия академика А.А. Шахматова выпущена коллективная монография «Академик А.А. Шахматов: жизнь, творчество, научное наследие (к 150-летию со дня рождения)». Различные направления исследований историков, лингвистов, литературоведов, работников архивов и библиотек нашли отражения в соответствующих разделах издания. (ИЛИ РАН)

Публикация Мих. Лившиц «Лекции по теории искусства. ИФЛИ*. 1940» содержит курс лекций, прочитанный М.А. Лившицем (1905-1983) в конце 1930-х – начале 1940-х годов в Московском институте философии, литературы и истории имени Н.Г. Чернышевского. Лекции публикуются по машинописным стенограммам, не выверенным автором. Примечания к лекциям вводят читателей в интеллектуальный контекст эпохи. (А РАН)

Впервые издан эвенкийский эпос «Шестипрядевые косы имеющая шестикосая Нюнгурмок – девочка-сиротка» (Якутск, 2015) на языке оригинала с параллельным переводом на русский язык. В книгу включены 2 варианта эпоса о Шестикосой Нюнгурмок, записанных от братьев Трофимовых – последних сказителей эвенкийского рода Бута. Издание сопровождено научным комментарием, авторскими иллюстрациями. Сказание является ярким образцом эпического творчества эвенков и наглядно демонстрирует специфику уникальности образов эвенкийского эпоса, выражающуюся в тесной взаимосвязи с этнической культурой и историей. (ИГИиПМНС СО РАН)

На основе уникальных архивных аудиозаписей последнего представителя эпической традиции Горной Шории Владимира Егоровича Таннагашева (1932-2007) подготовлены и опубликованы «Шорские героические сказания: Кара Кан. Кара Сабак» (Новосибирск, 2015). Тексты приводятся параллельно на шорском и русском языках, предваряются аналитической статьёй о сюжетных особенностях и поэтике сказаний, к ним даны комментарии и пояснения. К книге прилагается CD с аудиозаписью героических сказаний. (ИФЛ СО РАН)

В книге Н.В. Лобановой «Петроглифы Онежского озера» (М., 2015) рассматривается широкий спектр проблем, относящихся к Онежским наскальным галереям. Изложены история изучения наскальных рисунков, особенности их расположения, природное окружение, принципы и способы документирования. Особенность работы – в детальном описании и типологическом анализе самого изобразительного материала, который рассматривается в контексте аналогичных памятников Северной Фенноскандии. Проведен сюжетно-стилистический анализ петроглифов, рассмотрены вопросы хронологии и периодизации. (ИЯЛИ КарНЦ РАН)

Любая культурная идентичность реализует себя, прежде всего, в языке и литературе. Подготовка академических полных собраний сочинений классиков отечественной литературы является одним из приоритетных направлений деятельности отечественных литературоведов. Опубликованы: И.С. Аксаков. Собрание сочинений. Т.

---

* Московский институт философии, литературы и истории имени Н. Г. Чернышевского — гуманитарный вуз университетского типа, существовавший в Москве с 1931 по 1941. Был выделен из МГУ и в конечном счёте снова с ним слит.

1. Кн. 1-2. «Славянский вопрос»; М. Горький. Полное собрание сочинений. Серия II «Письма». Т. XVIII; Л.Н. Андреев. Полное собрание сочинений и писем в 23 тт. Т. 4; М.А. Волошин. Собрание сочинений. Т. 13. Кн. 1. «Письма 1925-1928». (ИМЛИ РАН, ИРЛИ РАН)

Продолжалась работа по составлению фундаментальных академических словарей русского языка, языков народов Российской Федерации, зарубежных стран. Вышли из печати: «Большой академический словарь русского языка» Т. 24; чл.-к. РАН А.Е. Аникин. «Русский этимологический словарь», вып. 9; «Словарь русского языка. XI-XVII вв.», вып. 30; «Словарь русского языка XVIII века», вып. 21; «Словарь русских народных говоров», вып. 48; Д.Г. Дамдинов, Е.В. Сундуева. «Хамниганско-русский словарь»; «Большой академический русско-монгольский словарь», тт. 2, 3; «Академический словарь башкирского языка» в 10-тт. Т. VII; «Большой толковый словарь якутского языка». Т. XII; Д.И. Эдельман. «Этимологический словарь иранских языков», Т. 5. (ИРЯ РАН, ИЯз РАН, ИЛИ РАН, ИФЛ СО РАН, ИМБТ СО РАН, ИГИиПМНС СО РАН, ИИЯЛ УНЦ РАН)

Широкому кругу актуальных вопросов языкознания посвящены, вышедшие из печати очередные тома «Acta Linguistica Petropolitana. Труды Института лингвистических исследований РАН». Т. 11. Ч. 1-3; и «Индоевропейское языкознание и классическая филология – XIX». (ИЛИ РАН)

Книга К.В. Никифорова «Начертание» Илии Гарашанина и внешняя политика Сербии в 1842-1853 гг.» (М., 2015) посвящена возникновению и началу деятельности по реализации «Начертания» – внешнеполитической программы Сербского княжества, направленной на решение национальных задач сербов и связанной с именем выдающегося сербского государственного деятеля Илии Гарашанина. Вокруг этой самой известной сербской программы существует многочисленная научная литература и еще больше – околонаучной и откровенно политизированной. Особое внимание к программе «Начертание» было привлечено в связи с югославским кризисом 1991-2001 гг. (ИСл РАН)

М.В. Шиловский в работе «Первая мировая война 1914-1918 годов и Сибирь» (Новосибирск, 2015) на основе широкого ряда архивных источников, введенных в научный оборот дал комплексный анализ роли Сибири в Первой мировой войне 1914-1918 гг. Историческая реконструкция событий выполнена через призму военной повседневности сибирского тыла (мобилизация и участие сибирских соединений в боевых действиях, проблемы семей и женщин, оставшихся без кормильцев и воевавших на фронтах наравне с мужчинами, раненных, военнопленных и беженцев и т.д.). Показан процесс трансформации традиционных взаимоотношений и социокультурной модернизации общества: превращение простых крестьян и мещан в защитников отечества, имеющих боевой опыт, гимназистов в офицеров-фронтовиков, женщин в кормильцев семьи. (ИИ СО РАН)

В монографии К.Н. Максимова «Калмыкия и калмыки на защите Отечества (первая половина XX века)» впервые освещается участие калмыков в Русско-японской войне 1904-1905 гг. и Первой мировой войне в составе донских казачьих военных частей, а также раскрываются вопросы привлечения их на военные тыловые работы. Особое внимание уделяется вкладу народа многонациональной Калмыцкой АССР в разгром фашизма, огромной помощи фронту, которая была оказана населением Калмыкии в годы Первой мировой и Великой Отечественной войн. (КИГИ РАН)

Впервые в отечественном японоведении в монографии молодого ученого С.А. Полхова «Законодательные уложения Сэнгоку даймё: Исследования и переводы» (М., 2015) представлены переводы на русский язык сводов японских удельных правителей периода Сэнгоку («Эпохи воюющих провинций»). На основе законодательных материалов досконально исследованы особенности политической

структуры, социального устройства, суда и права в японских княжествах XV-XVI вв. (ИВ РАН)

Издано первое обобщающее монографическое издание на русском языке, посвященное киданьской империи Ляо (чл.-к. РАН Н.Н. Крадин, А.Л. Ивлиев «История киданьской империи Ляо (907-1125)» (М., 2014). Книга суммирует наиболее полные результаты исследований киданьского общества на основе изучения письменных источников, а также современных достижений киданьской археологии. Последовательно рассматривается история ранних киданей, история империи Ляо, археологические памятники киданей, их материальная культура, экономика, территориально-административное устройство, общественный строй (рис. 53). (ИИАЭ ДВО)

В двухтомнике В.А. Шнирельмана «Арийский миф в современном мире» (М., 2015) исследована история идеи об «арийской общности» и процесс конструирования арийской идентичности. Прослеживается формирование и развитие арийского мифа в XIX-XX веках, рассматривается репрезентация арийской идентичности в науке и обществе, анализируются особенности их диалога, выявляются социальные группы, склонные к использованию арийского мифа (писатели и журналисты, радикальные политические движения, лидеры новых религиозных движений), исследуется роль арийского мифа в конструировании общенациональных идеологий (Индия, страны Центральной Азии), ставится вопрос об общественно-политической роли арийского мифа (германский нацизм, индуистское движение в Индии, правые радикалы и скинхеды в России, националистический миф на Украине). (ИЭА РАН)

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

В сельскохозяйственной сфере науки фундаментальные научные исследования составляют основу развития прикладных исследований, обеспечивающих получение научно-технической продукции, предназначенной для освоения в агропромышленном производстве.

Научные исследования в сельскохозяйственной сфере науки в 2015 г. проводились в соответствии с Программой фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы по 6-ти 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 результаты исследований, проведенных в 2015 г., позволили разработать:

- методологию рационального размещения и углубления специализации агропродовольственного производства, позволяющую оценить размещение производства основных видов сельскохозяйственной продукции по регионам страны с учетом наилучших для этого почвенно-климатических условий;
- механизм развития системы интеграции и кооперации в мясном животноводстве, позволяющий активизировать кооперативно-интегративные процессы в отрасли животноводства;
- научные основы региональной политики и территориально-отраслевого разделения труда в аграрном секторе экономики;
- методологические основы социально-экономического прогнозирования и стратегического планирования развития агропромышленного комплекса;

- методы и механизмы стимулирования производства, труда и повышения уровня жизни на селе;

- модель оптимизации сельскохозяйственного землепользования, позволяющую графическим методом определять оптимальные затраты капитала и труда, вкладываемых в землю для возделывания сельскохозяйственных культур и получения максимальной отдачи в форме чистого дохода.

В области земледелия, мелиорации, водного и лесного хозяйства разработаны:

- оптимальная структура посевных площадей для хозяйств, занимающихся в основном возделыванием зерновых культур;

- технологии информационного обеспечения и базы данных для проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия;

- усовершенствованные технологии возделывания полевых культур в различных почвенно-климатических зонах России, обеспечивающие стабильное производство растениеводческой продукции;

- приемы комплексного использования минеральных удобрений и биологического азота в земледелии России, обеспечивающие повышение урожайности сельскохозяйственных культур на 5-10%;

- способы повышения использования растениями элементов питания и увеличения окупаемости минеральных и органических удобрений, обеспечивающие эффективность их применения на 10-15%;

- методы оценки состояния агроэкосистем;

- закономерности миграционных процессов токсикантов в атмосфере.

В области растениеводства, защиты и биотехнологии растений по результатам исследований, проведенных в 2015 г. с использованием научного задела исследований прошлых лет, разработаны:

- методы целенаправленного поиска и мобилизации генетических ресурсов и компьютерные карты ареалов диких родичей культурных растений;

- методы сохранения мировых растительных ресурсов в составе коллекций и природных популяций;

- методы идентификации и паспортизации аллельного полиморфизма;

- технологии целенаправленного создания нужных генотипов в селективных системах in vitro;

- технологии соматической гибридизации, опыления и оплодотворения in vitro;

- технологии культивирования апикальной меристемы и клонального микроразмножения in vitro для ускоренного тиражирования современного оздоровленного посадочного материала сельскохозяйственных культур;

- базы данных федерального и регионального уровня распространения сорняков, вредителей и возбудителей болезней культурных растений;

- методы определения остаточных количеств пестицидов в растительном материале, почве, воде; регламенты применения 6 инсектицидов, 34 фунгицидов и 12 гербицидов, рекомендованных для применения в Российской Федерации;

- перспективный штамм-продуцент Bacillus subtilis Б 93 ВИЗР для создания биопрепарата для защиты картофеля от болезней при хранении;

Созданы:

- сорт озимой пшеницы *Стиль* (НИИСХ «Немчиновка») с потенциалом урожайности 14 т/га, среднеспелый, короткостебельный с высоким качеством зерна;

- сорт озимой пшеницы *Собербаш* (НИИСХ «Немчиновка»), морозоустойчив с высоким качеством зерна и урожайностью 12 т/га;

- сорт озимой пшеницы *Насып* (НИИСХ «Немчиновка») с урожайностью 12 т/га, устойчив к биотическим и абиотическим стрессорам, зерно отличается высокими хлебопекарными качествами;

- сорта озимой пшеницы нового поколения *Алексеич, Безостая 100, Маркиз, Велена, Веха, Сват, Хлебороб* (КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко), с потенциалом урожайности 13 т/га и высокими качественными характеристиками зерна (содержание белка до 17%, клейковины до 40%);

,- сорт риса *Магнат* (ВНИИ ЗК им. И.Г. Калиненко) среднеспелый, выход крупы 69,1%, а целого ядра 87,2%, устойчив к пирикуляриозу, полеганию и осыпанию, урожайность 8 т/га;

- три новых сорта риса, в их числе высокоурожайные, неполегающие, с неосыпающимися зерновками, средне устойчивые к пирикуляриозу: длинно-зерный сорт *Наташа*, с потенциалом урожайности 9-10 т/га; округлозерный сорт риса Исток, с урожайностью 11-12 т/га; и сорт риса *Рыжик* с красной окраской перикарпа, с урожайностью 10-12 т/га;

- сорт сои *Кружевница* с потенциальной урожайностью 2,93 т/га, масса семян 115-147 г, содержание в семенах белка 38-40%, жира 17-18%;

- трехлинейный гибрид кукурузы *Атлант* (ВНИИ кукурузы), раннеспелый, устойчивый к стеблевым гнилям, пузырчатой головне, повреждению кукурузным стеблевым мотыльком, урожайность 6,8 т/га;

- новые конкурентоспособные сорта овощных, плодовых, технических, масличных, кормовых культур, сахарной свеклы, винограда и субтропических культур.

В области животноводства, наряду с созданием новых форм животных, усовершенствованы традиционные породы, способные обеспечить импортозамещение генетических ресурсов животных, необходимых для интенсификации производства мясной и молочной продукции.

Созданные в последние годы свыше 40 новых и усовершенствованных селекционных форм обеспечивают около 2/3 общего прироста объемов животноводческой продукции в год. По уровню молочной продуктивности и качеству продукции они не уступают лучшим зарубежным аналогам и широко используются для комплектования современных молочных ферм и комплексов. Аналогичная ситуация сложилась и в мясном скотоводстве, свиноводстве, овцеводстве, коневодстве и других смежных отраслях.

Кроме птицеводства, чья зависимость от поставок зарубежного генетического материала разных форм (племенное яйцо, молодняк) достигает абсолютного максимума (до 90%), все другие отрасли отечественного животноводства (скотоводство, свиноводство, овцеводство, коневодство, верблюдоводство) способны обеспечить бездефицитное собственное расширенное воспроизводство высокопродуктивного поголовья.

В области механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства ученые создали современные машины и машинные технологии, новизна которых подтверждена авторскими свидетельствами и патентами. Среди них – семейство комбинированных агрегатов многоцелевого использования нового поколения для высокоточного исполнения технологий возделывания сельскохозяйственных культур; базовая модель многофункционального льноуборочного комбайна; новое поколение доильного оборудования; импортозамещающий комплекс машин по возделыванию зерновых, зернобобовых, плодовых и масличных культур для сельхозпроизводителей; энергосберегающие системы освещения сельскохозяйственных предприятий со светодиодными лампами со сроком их службы до 50000 часов и окупаемостью за 4 года; кремниевые матричные солнечные элементы с коэффициентом полезного действия 25% и сроком службы до 40 лет (рис. 54).

В области хранения и переработки сельскохозяйственной продукции фундаментальные достижения в исследованиях нанобиотехнологических и мембранных процессов переработки сельскохозяйственного сырья позволили

разработать набор специализированных продуктов питания на мясной основе, в том числе для детского и геродиетического питания, беременных и кормящих женщин, профилактики йодной недостаточности; технологию и технологическую документацию на ассортимент молочных консервов с пролонгированными сроками годности; технологии хлебобулочных изделий, в том числе для больных сахарным диабетом, методики определения качества вина по содержанию в нем воды и других посторонних веществ.

Результаты фундаментальных и прикладных исследований, проведенных в 2015 г. с учетом научного задела прошлых лет, позволили создать 287 сортов сельскохозяйственных культур, по урожайности и качеству продукции не уступающие мировым аналогам; 5 новых форм и кроссов животных и птицы; разработать 273 новых и усовершенствованных технологий и технологических процессов; 241 технологический способ и прием; 125 единиц машин, рабочих органов, приборов и оборудования; 36 вакцин, диагностикумов, препаратов и дезинфицирующих средств; 23 препарата защиты растений. Разработано и передано для основания промышленностью 214 наименований новых продуктов питания общего и специального назначения, пищевых добавок и концентратов продуктов. Разработано и усовершенствовано 140 методов и методик и 660 комплектов нормативной документации.

По материалам исследований членами РАН и под их руководством издано 566 книг и монографий, опубликовано 13,6 тыс. статей, в том числе 6,0 тыс. в рецензируемых журнала, 1,0 тыс. в зарубежных изданиях. Получено 649 патентов.

Фундаментальные исследования в агропромышленном комплексе Российской Федерации в долгосрочной перспективе (прогноз до 2030 г.) будут осуществляться по следующим направлениям.

В области экономики, земельных отношений и социального развития села.

Разработка новых и совершенствование существующих организационно-экономических механизмов развития агропромышленного комплекса страны в условиях глобализации и интеграционных процессов в мировой экономике.

В области земледелия, мелиорации, водного и лесного хозяйства.

Разработка и совершенствование систем воспроизводства плодородия почв, предотвращения всех видов их деградации, адаптивно-ландшафтных систем земледелия нового поколения.

Создание и эксплуатация оросительных и осушительных систем, агролесомелиоративных и лесохозяйственных комплексов.

В области растениеводства, защиты и биотехнологии растений.

Мобилизация, сохранение и изучение генофонда растений.

Развитие сельскохозяйственной биотехнологии в целях создания новых высокопродуктивных форм культурных растений, устойчивых к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам среды.

Новые генотипы растений с хозяйственно ценными признаками и устойчивостью к стрессовым факторам в целях конструирования высокопродуктивных агрофитоценозов и агроэкосистем.

Системы агроэкологического мониторинга и фитосанитарного прогнозирования на основе усовершенствования традиционных методов с использованием информационных и компьютерных технологий.

Биологические и химические средства защиты растений.

В области зоотехнии и ветеринарии.

Мобилизация, сохранение и изучение генофонда животных, птиц, рыб и насекомых.

Новые генотипы животных, птиц, рыб и насекомых с хозяйственно ценными признаками и устойчивостью к стрессовым факторам.

Биологические средства защиты животных, птиц, рыб и насекомых.

Обеспечение безопасности и противодействия биологическому терроризму.

В области механизации, электрификации и автоматизации.

Энергообеспечение и энергоресурсосбережение, возобновляемые источники энергии.

Интенсификация машинных технологий и новая энергонасыщенная техника для производства основных групп продовольствия.

В области хранения и переработки сельскохозяйственной продукции.

Базовые ресурсосберегающие технологии глубокой переработки сельскохозяйственного сырья и производства пищевых продуктов.

Вместе с тем, серьезным препятствием на пути освоения научно-технических достижений в производстве является не отвечающая современным требованиям материально-техническая оснащенность хозяйств агропромышленного комплекса страны, недостаточное ресурсное обеспечение и отсутствие необходимой техники для освоения новых технологий. Осложняется вопрос востребованности научных разработок и их освоения в производстве, наряду с отсутствием достаточного количества ресурсов и неплатежеспособностью товаропроизводителей различных форм собственности и специализации.

Опыт внедрения в производство новых сортов сельскохозяйственных культур, технологий производства сельскохозяйственной продукции и ее переработки, показывает, что значительное количество научно-технической продукции находит свое применение в тех предприятиях АПК, которые отличаются благополучным экономическим положением и современной материально-технической базой.

Важнейшие результаты

Проведение фундаментальных научных исследований на современном мировом уровне позволило в завершающем цикле выполнения прикладных исследований получить научно-техническую продукцию, не уступающую мировым аналогам

В области земледелия, мелиорации, водного и лесного хозяйства для решения проблемы эффективного использования земли учеными разработаны технологии и системы нового поколения, к которым относится ***Система восстановления и повышения плодородия почв,*** предназначенная для повышения плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. Система включает новые приемы обработки почвы, использование комплекса органических и минеральных удобрений, биологических ресурсов (зеленое удобрение, торф и смеси на его основе, органические отходы, биопрепараты), химических мелиорантов, гидромелиоративных и культуртехнических приемов. Обеспечивает повышение плодородия почв за счет увеличения содержания органического вещества и улучшения структуры почвы.

Система апробирована во всех федеральных округах Российской Федерации. Разработана авторским коллективом ученых Почвенного института имени В.В. Докучаева и ВНИИЗиЗПЭ под руководством академика РАН Иванова А.Л. Материалы исследований опубликованы в монографии «Научные основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий России и формирования систем воспроизводства их плодородия в адаптивно-ландшафтном земледелии» и 34 научных статьях.

В области растениеводства, защиты и биотехнологии растений остаются первостепенными проблемы повышения урожайности зерновых культур и качества зерна. 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.

Новые сорта озимой пшеницы *Баграт, Курс, Морозко, Стан, Уруп, Донэра, Находка, Хасыр* (рис. 55), созданные авторскими коллективами селекционеров под

руководством академиков РАН Беспаловой Л.А., Сандухадзе Б.И., члена-корреспондента РАН Грабовца А.И, предназначенные для возделывания в Южном, Северо-Кавказском и Центральном федеральных округах, с потенциалом продуктивности зерна до 13 т/га. Сорта обладают высокой экологической пластичностью, повышенными жаро-засухоустойчивостью и зимо-морозостойкостью и дают зерно, отличающееся высокими хлебопекарными качествами (содержание белка до 20%, клейковины до 40%).

Получены патенты: № 7239, 7627, 7611, 7662, 7663, 7881, 7882. Материалы исследований опубликованы в 23 статьях.

Новые сорта риса *Полевик, Олимп, Крепыш* с потенциалом продуктивности 11 т/га зерна предназначены для внедрения в производство в Краснодарском крае, Ростовской и других рисосеющих областях России. Созданы авторским коллективом ВНИИ риса под руководством докторов сельскохозяйственных наук Ковалёва В.С., Зеленского Г.Л., Гончаровой Ю.К.

Данные сорта обладают повышенной адаптивностью, холодостойкостью, солеустойчивостью, устойчивостью к полеганию, осыпанию, поражению перикуляриозом, улучшенным качеством зерна (стекловидность 95%, выход крупы 70%, содержание целого ядра в крупе более 90%). По технологическим качествам зерна и кулинарным достоинствам крупы новые сорта соответствуют требованиям европейского рынка.

Получены патенты: № 7820, 7002, 6999. По материалам исследований опубликовано более 40 статей.

Новые сорта озимой ржи *Рада и Графиня* созданы авторским коллективом селекционеров НИИСХ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого под руководством д.с.-х.н. Кедровой Л. И. Потенциал продуктивности зерна 7-9 т/га. Предназначены для выработки ржаного хлеба, обладающего целебными и профилактическими свойствами. Устойчивы к полеганию и болезням (мучнистая роса, корневые гнили, бурая и стеблевая ржавчины), высокозимостойкие, алюмо- и кислотоустойчивые, имеют отличную регенерационную способность, отличаются высокими качественными характеристиками зерна (содержание белка до 11,5%, натура зерна 696 г/л, ЧП около 140 единиц).

На сорт Рада получен патент № 8023, на сорт Графиня подана заявка на селекционное достижение. Материалы исследований доложены на международных и региональных форумах, опубликованы в 8 статьях.

Сорта сои *Куханна, Лебёдушка, Дочь викинга, Ёлка, Кружевница* созданы авторскими коллективами под руководством члена-корреспондента РАН Синеговской В.Т., характеризуются высокой урожайностью до 4 т/га, содержанием белка в семенах до 45%, жира до 22%. Предназначены для возделывания в Приморском, Хабаровском краях и других соясеющих регионах России.

Поданы заявки на селекционные достижения.

По материалам исследований опубликовано 10 печатных работ, в том числе «Каталог сортов сои селекции Всероссийского НИИ сои».

Гибриды кукурузы *Атлант, Воронежский 330 МВ, Машук 345 МВ, Краснодарский 205 АМВ и Краснодарский 295 АМВ* созданы авторским коллективом под руководством академика Сотченко В.С. и д.с.-х.н. Супрунова А.И. Предназначены для возделывания на зерно и силос в различных почвенно-климатических условиях Российской Федерации, в том числе с ограниченным периодом вегетации. Урожайность зерна 10-12 т/га, что на 10–15% выше стандартов.

Отечественные гибриды, не уступая иностранным аналогам по продуктивности, превосходят их по раннеспелости, холодостойкости, устойчивости к стресс-факторам окружающей среды. Оформлены заявки на получение патентов.

По материалам исследований, опубликовано 22 статьи.

В области зоотехнии и ветеринарии учеными созданы высокоэффективные конкурентоспособные селекционные формы животных и птицы, технологии их выращивания и содержания, способствующие решению проблемы импортозамещения животноводческой продукции и ее качественных характеристик.

Новый заводской тип крупного рогатого скота мясной герефордской породы «Дмитриевский» (рис. 56) предназначен для получения высококачественной говядины. Отличительной особенностью животных является комолость, высокая энергия роста (в 18 месяцев бычки нового типа превосходят сверстников основного стада на 60,6 кг) и способность длительное время сохранять высокий весовой и линейный рост. Живая масса быков в возрасте 5 лет – 900 кг, коров – 540 кг; бычков в возрасте 15 мес. – 405 кг, телочек в 18 мес. – 370 кг; убойный выход – 58%. Коровы нового типа в возрасте 5 лет и старше превышают класс элита-рекорд по живой массе на 2,6%, по молочности – на 7,4%. Получен патент на селекционное достижение № 7729. Создан авторским коллективом ВНИИОК в составе д.б.н. Селионова М.И., к.б.н. Киц Е.А., к.с.-х.н. Петрова А.М. Рекомендован к разведению в регионах Северо-Кавказского и Южного Федеральных округов. Численность маточного поголовья 560 гол.

Новая порода гусей «Уральские серые» создана на базе линдовской и уральской белой пород гусей и предназначена для получения мяса высокого качества. Отличается высокой и стабильной продуктивностью, хорошими мясными формами, плодовитостью. Яйценоскость – 48,1 шт., оплодотворенность яиц – 88,3%, вывод гусят – 73,7%, живая масса 9-ти недельных гусят: самцы – 4,16 кг, самки – 3,78 кг, сохранность молодняка – 96,1%. Предназначена для фермерских и личных подсобных хозяйств. Получен патент № 7694. Создана авторским коллективом ВНИТИП в составе академика Фисинина В.И., д.с.-х.н. Ройтера Я.С., Кутушева Р.Р. Рекомендован к разведению во всех регионах Российской Федерации. Численность поголовья 120 тыс. голов.

Тест-система для серодиагностики африканской чумы свиней методом иммуноблоттинга создана на основе рекомбинантного белка p30 вируса АЧС. Её компоненты можно готовить без повышенного уровня биозащиты, т.к. работа с живым вирусом не проводится. Приготовление и очистка антигена менее трудозатратна. Преимуществом разработанной тест-системы является возможность тестирования в обычных условиях и простота интерпретации результатов (положительные результаты интерпретируют по наличию 1 полосы). Существенно снижаются сроки доставки по РФ (1-10 дней в зависимости от способа доставки), а доставка аналогов из Европы, вследствие прохождения таможенного контроля, занимает до 60-90 дней. Разработана авторским коллективом ВНИИВВиМ в составе д.б.н. Середы А.Д., к.б.н. Иматдинова И.Р., к.б.н. Казаковой А.С., Иматдинова А.Р., Дубровской О.А. Подана заявка на изобретение.

В области механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства остро стоят проблемы технического и технологического перевооружения отрасли с целью повышения её конкурентоспособности. Для решения этих проблем учеными разработаны технологии нового поколения, к которым относится ***Машинная технология введения в сельскохозяйственный оборот залежных земель,*** предназначенная для использования залежных земель под посевы сельскохозяйственных культур. Технология включает комплекс машин поверхностной обработки почвы («Лидер – 6Н», «Лидер-4», БКМ-6), который обеспечивает срез дернового слоя на глубине залегания корневищ сорных растений залежных земель, с последующим применением традиционных приёмов возделывания той или иной культуры. Срок окупаемости технологии – 2 года.

Машинная технология создана в СибИМЭ к.т.н. Н.Н. Назаровым, д.т.н. Н.С. Яковлевым и к.м.н. П.В. Колинко под руководством д.т.н. Н.М. Иванова. Технология апробирована в хозяйствах Сибирского региона. Материалы исследований опубликованы в 4 статьях отечественных изданий.

В области хранения и переработки сельскохозяйственной продукции для решения проблем производства конкурентоспособных продуктов питания разработаны технологии нового поколения, к которым относится ***Технология нового вида твердого терочного сыра «Италико»,*** предназначенная для производства твердых терочных сыров. При выработке используется разработанная отечественная бактериальная закваска, обеспечивающая получение твердого терочного сыра высокого качества.

До настоящего времени производство подобных сыров в Российской Федерации не осуществлялось, а в торговой сети реализовывался только импортный твердый терочный сыр.

Технология апробирована на сыровырабатывающих предприятиях Ярославской области и рекомендуется для промышленного освоения в Российской Федерации. Внедрение технологии позволит решить проблемы импортозамещения твердых терочных сыров.

Технология разработана коллективом авторов ФГБНУ «ВНИИ маслоделия и сыроделия» под руководством академика РАН Свириденко Ю.Я.

Подана заявка на изобретение. По материалам исследований опубликовано 4 статьи.

ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬНЫХ НАУК

ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ АРХИТЕКТУРЫ, ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА И СТРОИТЕЛЬНЫХ НАУК НА ДОЛГОСРОЧНУЮ ПЕРСПЕКТИВУ (ДО 2030 ГОДА)

Нарастающие трудности и кризисные явления в функционировании и развитии городских и сельских поселений в целом среды жизнедеятельности, необходимость реализации мобилизационного сценария развития экономики, направленного на обеспечение национальной безопасности путем максимально возможного замещения импорта, решения актуальных и перспективных задач импортозамещения (в том числе вследствие мер санкционного давления, которые могут носить длительный характер), исчерпание потенциала экспортно-сырьевой модели экономического развития Российской Федерации (в том числе вследствие неустойчивой конъюнктуры мирового рынка энергоносителей) должны заставить общество обратить гораздо более серьезное внимание на архитектурно-строительную и градостроительную науку, которая может получить в результате новые импульсы для своего развития. Получат развитие новые высокоэффективные строительные материалы, конструкции и конструктивные решения зданий и сооружений

В такой постановке следует ожидать развертывания широких систематических исследований архитектурно-градостроительного наследия всех регионов Российской Федерации, которые будут завершены, в основном, к 2025 году. Будут произведены более глубокие сопоставительные и проблемные исследования, которые позволят предметно и доказательно говорить об архитектурно-градостроительном потенциале, этнокультурных ценностях и специфических особенностях различных территориальных образований Российской Федерации.

На передовой международный уровень должны подняться отечественные исследования в области архитектуры, градостроительства и строительных наук. Это

позволит осмыслить место и значение российского зодчества в контексте глобальных культурных и цивилизационных процессов.

Сегодня ощущаются немалые трудности в области сохранения историко-архитектурного наследия, гибнут многие памятники. Однако в обществе растет и активизируется забота об охране, реставрации и воссоздании памятников зодчества. Это дает основания для оптимистического прогноза развития науки об охране и использовании наследия (которая призвана доминировать при разработке схем территориального планирования и генеральных планов поселений), в том числе с использованием инструментария утвержденной решением президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России от 9 июля 2014 г. технологической платформы (ТП) Российской Федерации «Строительство и архитектура», прежде всего в формате деятельности секции ТП «Культурное наследие», координатором которой является Российская академия архитектуры и строительных наук (РААСН).

К 2020 году станут очевидными архитектурные предпочтения заказчиков и потребителей. Завоюет авторитет концепция мягкой щадящей урбанизации, чему будут способствовать успехи в развитии автономных систем жизнеобеспечения. Забота об экологичности и природосообразности поселений в 2020-е годы будет доминировать в общественном и профессиональном сознании. К 2030 году ожидается достижение качественно нового уровня единения и продуктивного взаимодействия научно-исследовательской и проектно-творческой деятельности архитекторов, градостроителей, строителей.

Основные направления фундаментальных исследований в области архитектуры.

Архитектура в XXI веке, несомненно, будет переживать кардинальные качественные и структурные изменения, вызываемые формированием новой картины мира, нового мировосприятия, включающего осознание конечности материальных и пространственных ресурсов планеты, процессами глобализации, разочарованием в техницистской утопии модернизма, появлением принципиально новых технологических возможностей. Формирование новой парадигмы архитектуры, очевидно, пойдет все более ускоряющимися темпами, что потребует глубокого осмысления происходящих процессов в их соотнесении с основополагающими гуманистическими началами архитектурного творчества.

За последние десятилетия в силу ряда причин возникла проблема недостаточной равномерности развития различных направлений исследований. Направления, связанные, прежде всего, с изучением российского зодчества различных исторических периодов, занимают лидирующие позиции в мировой архитектурной науке, в то время как другие отстают. Требуется комплексная программа, рассчитанная на много лет вперед. В свете новых тенденций в жизни России значительного развития требует такое направление, как выявление и анализ специфических особенностей архитектурного развития российских регионов во всей полноте культурных взаимовлияний и современных угроз со стороны процессов глобализации.

Чрезвычайно важным для духовного здоровья нации является преодоление нашей страной нигилистического отношения к собственному прошлому, принятие тех норм сохранения культурного наследия, которые определены международными конвенциями. Сохранение архитектурных памятников – отнюдь не только академическая научная проблема, она касается общества в целом и должна послужить решению задач нейтрализации опасностей и рисков, которые несет в себе современная цивилизация, снижения уровня агрессивности определенных слоев населения, повышения занятости, устойчивого развития населенных мест страны.

Ведущиеся многолетние исследования в этом направлении находятся в русле общемировых тенденций, а в методологических вопросах подчас и значительно

опережают их. Однако и в отношении сохранения историко-архитектурного наследия имеется ряд трудностей, касающихся, прежде всего, расстыковки передовых научных исследований и охранно-реставрационной практики в стране.

В течение последних десятилетий продолжают успешно развиваться исследования по общетеоретическим проблемам архитектуры, результаты которых составляют основу профессионального мастерства архитектора, независимо от его практической специализации.

Важнейшие направления исследований ближайших лет будут связаны со следующей тематикой:

– форма, образ, стиль, традиция, семантика и символика языка архитектурных форм; принципы и средства архитектурной композиции; масштабность, чувство гравитации, гармония в статическом и динамическом вариантах; экспрессия, психология восприятия; архитектура и эмоциональный мир человека; чувство покоя, безопасности в архитектурной среде или тревоги и агрессии;

– архитектура и общество; власть и право в архитектурной деятельности; взаимоотношения заказчика – архитектора – потребителя; забота об инвалидах и детях; архитектура и здоровье населения.

Однако без решения насущных проблем, касающихся основ организации и проведения научных исследований, все благоприятные прогнозы останутся только на бумаге, а наука будет развиваться по негативному сценарию. Сегодняшнее положение дел пока не дает оснований уверенно прогнозировать развитие науки по «оптимистическому» сценарию. Но первых, пусть и небольших, позитивных сдвигов в сторону улучшения своего социального статуса архитектуроведение вправе ожидать. Ведь решение стоящих перед ним проблем направлено на успешное развитие национальной экономики и российского общества на базе инновационной модели, призванной обеспечить конкурентоспособность, повышение уровня жизни населения и повышение его культурного и творческого потенциала.

Основная проблематика фундаментальных исследований в области архитектуры на период до 2030 года включает разделы.

Россия и мир: историко-архитектурные знания как основа культурной идентификации в современном глобализационном процессе и на историческую перспективу;

Архитектура в новейшей картине мира.

Основные направления фундаментальных исследований в области градостроительства до 2030 года:

Стратегические аспекты развития системы расселения России.

Развитие крупных городских агломераций.

Исторические исследования процессов расселения и урбанизации.

Проблемы малых городов и моногородов.

Экологические проблемы: экологический императив в градостроительстве; урбоэкология в стратегическом планировании; инженерная инфраструктура в градостроительстве.

Научные основы правового регулирования градостроительной деятельности. Научно-методические и организационные основы долгосрочной концепции развития градостроительства.

К числу первоочередных актуальных задач относится внесение серьезных, научно обоснованных изменений и дополнений в градостроительный кодекс Российской Федерации, разработка Концепции развития градостроительства на долгосрочный период (с возможными вариантами в соответствии с ожидаемыми сценариями), которая будет основой существенной корректировки градостроительной доктрины и формирования государственной градостроительной политики на среднесрочный период, разработка научных основ формирования стратегии

пространственной организации обустройства территории страны и ее регионов (развития транспортно-расселенческого каркаса, планировочного районирования и зонирования территории, поддержания природного историко-культурного каркаса, развития рекреационных систем), разработка научных основ развития систем расселения на федеральном, региональном и муниципальном уровнях, разработка градостроительных требований для их учета в долго-срочной стратегии социально-экономического развития страны, отраслей и регионов до 2020–2030 гг., а также при подготовке генеральной и региональных схем по развитию и размещению производительных сил, разработка раздела «Градостроительство» для его включения в со-став уточненной долгосрочной Концепции социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020–2030 гг.

Основные направления фундаментальных исследований в области строительных наук.

Разработка строительной механики новых строительных материалов и конструкций с учетом различных факторов физической нелинейности, реологии, диссипации энергии, износа и повреждений; обеспечение конструктивной надежности и безопасности постоянно обновляющихся конструктивных решений зданий и сооружений при различных силовых и других воздействиях.

Одна из главенствующих проблем в проектировании и строительстве зданий, сооружений комплексов состоит в обеспечении их надежности и безопасности при различных воздействиях (об этом напоминают периодически происходящие «неожиданные» обрушения строительных объектов). Решение этой проблемы осуществляется на базе совершенствования и развития методов строительной механики, методов, алгоритмов и программно-алгоритмических комплексов для математического и компьютерного моделирования строительных объектов и их адаптации применительно к конструкциям из постоянно обновляющихся строительных материалов.

Основными обобщенными направлениями развития строительной механики на перспективу являются: разработка физико-механических моделей деформирования и прочности новых строительных материалов и конструкций; развитие численных, численно-аналитических и аналитических методов строительной механики; проблемы обеспечения безопасности и живучести зданий и сооружений; современные экспериментальные методы в исследованиях напряженно-деформированного состояния строительных конструкций.

Важнейшие достижения

1. Комплексная методика расчетного обоснования и конструирования несущих конструкций «Лахта центра».В последние годы в крупных городах России интенсивно развивается строительство высотных зданий высотой 200-500 м. Для таких зданий, колонны которых испытывают усилия 10 000-15 000 т, целесообразно использовать композитные колонны, в которых наряду с гибкой арматурой применяется жесткая арматура из прокатных профилей. Для уменьшения сечений таких колонн применяют высокопрочные бетоны классов В100-В120 и жесткую арматуру из стали прочностью 400-450 МПа. Для расчета таких колонн разработана специальная методика и проведен эксперимент на моделях. Сравнение опытных и теоретических данных дало хорошее совпадение, что позволило применить эту методику при расчете колонн комплекса «Лахта центр» высотой 462 метра в Санкт-Петербурге (рис. 57).

Проект «Лахта центра» является уникальным для российских специалистов с точки зрения инженерно-технических работ. С позиции конструктора, высотные здания – это интереснейшая наукоемкая инженерная задача. Особенностью

конструктивной схемы объекта является наличие круглого центрального ядра жесткости, воспринимающего большую часть вертикальной нагрузки (порядка 70% от всех вертикальных нагрузок на здание). Разработку и внедрение новых технологий традиционно тормозили противоречия в системах нормативно-правового и технического регулирования. Ввиду того, что российские строительные нормы и правила не дают полной информации по композитным конструкциям зданий (что серьезно ограничивало возможности архитекторов и проектировщиков), были разработаны и утверждены специальные технические условия, подготовлена нормативная база, выполнено комплексное высокоточное расчетное обоснование объекта.

Есть все основания полагать, что разработанная комплексная методика расчетного обоснования и конструирования несущих конструкций «Лахта центра» будет востребована и при реализации других проектов. Так, например, устройство композитных колонн по сравнению со стальными сокращает общий срок возведения несущих конструкций перекрытий и вертикальных колонн почти на 40%, в 2 раза снижается стоимость колонн. В целом, следует подчеркнуть, что массовое внедрение инноваций достаточно затратно, именно поэтому крупные стройки и нестандартные объекты являются тем полигоном, где передовые технологии апробируются, появляется возможность увидеть, как работает то, что еще не превратилось в новую норму.

Результаты опубликованы в многочисленных статьях, в том числе в журналах, индексируемых в международных базах данных Web of Science и/или SCOPUS, а также в журналах, входящих в Перечень ВАК РФ ведущих рецензируемых научных журналов и изданий.

2. Научная концепция и новые структурно-технологические принципы утилизации крупнотоннажных техногенных образований с каталогизацией пилотных проектов низкоэнергоемких технологий переработки этих образований в альтернативные традиционным строительные материалы. Выполнен анализ состояния утилизации крупнотоннажных техногенных образований (металлургии, тепловой энергетики) для определения перспектив производства на основе продуктов их переработки (ППТО) альтернативных традиционным строительных материалов. Показано, что наиболее эффективно использование ППТО при производстве основных компонентов именно легких бетонов различного назначения. По состоянию на 01.01.15 г. работает 172 ТЭС на угольном топливе. В отвалах – 1,5 млрд. т золошлаковых отходов (ЗШО). Текущий выход ЗШО – 23-25 млн. т в год. Утилизируется всего 8-10%, т.е.2-2,5 млн. т годового выхода. По прогнозам на 2030 г. текущий выход ЗШО составит 35-36 млн. т в год, фактическое использование ЗШО, соответственно, снизится до 7%, а объем накопленных в отвалах ЗШО составит уже 2,0 млрд. т. В связи с этим, в ближайшие 5-7 лет угольная генерация будет вынужденно ограничиваться и выводиться из энергобаланса страны. Текущий выход шлаковых расплавов доменного производства – 10,0 млн. т в год. В производстве низкотеплопроводных пористых заполнителей и композиционных малоклинкерных вяжущих утилизируется 3%. Разработан Каталог успешно апробированных на практике пилотных проектов технологий комплексной и глубокой переработки крупнотоннажных ППТО в альтернативные традиционным и более эффективные в эксплуатации строительные материалы.

Использование ППТО в соответствии с Каталогом позволит производить по уже разработанным технологиям более 10 млн. м^3 в год пористых заполнителей и более 7 млн. т в год композиционных вяжущих с сокращенным на 30-50% клинкерным фондом. В результате будут сокращены энергозатраты на производство основных компонентов легких бетонов более чем на 50%, себестоимость – минимум на 40%. Одновременно с

этим будут решаться проблемные вопросы экологии и сбережения природных ресурсов.

Результаты опубликованы в трех статьях, в том числе одна в журнале, индексируемом в международной базе данных SCOPUS.

3. Разработка полимерных композиционных материалов и оценка их долговечности в химических и биологических агрессивных средах. Установлены количественные математические зависимости биодеградации полимерных композиционных материалов и изделий в конкретных средах с учетом температурных, влажностных, размерных, структурных и других факторов, разработаны методы оценки и прогнозирования долговечности в разных климатических условиях.Полученные результаты по значимости сопоставимы с лучшими зарубежными разработками, а по ряду направлений (проведение идентификации микроскопических организмов, заселяющихся на материалах, в зависимости от эксплуатационных факторов; выявлению влияния предварительного старения материалов на их биологическое сопротивление; установление аналитических зависимостей для расчета координаты фронта продвижения метаболитов биологических сред в материалы и изменение упруго-прочностных характеристик материалов по сечению от длительности воздействия биологически активных сред) являются основоположными. Результаты работы апробированы натурными испытаниями в ГЦКИ ВИАМ, экспонированы на выставке «Мир биотехнологий 2015» (медаль победителя в конкурсе на лучшую продукцию), а обобщенные результаты работы опубликованы в 2 статьях, входящих в базу данных Scopus, 10 статьях в журналах, входящих в Перечень ВАК РФ ведущих рецензируемых научных журналов и изданий.

4. Развитие теории живучести и синтез адаптационно-приспособляемых к аварийным воздействиям конструктивных систем зданий и сооружений. Созданы новые элементы теории живучести конструктивных систем зданий и сооружений из двухкомпонентных упруго-пластических материалов типа железобетон. Установлены закономерности изменения силовых потоков в нагруженных и динамически догружаемых железобетонных элементах сплошного и составного сечения. Для количественной оценки остаточного ресурса зданий и сооружений предложен критерий живучести статически неопределимых конструктивных систем с внезапно выключающимися односторонними связями. Выполнена широкомасштабная экспериментальная проверка деформирования и разрушения характерных статически неопределимых элементов составных конструкций и фрагментов конструктивных систем в предельных и запредельных состояниях.

Результаты исследования направлены на разработку принципов проектирования зданий и сооружений повышенного уровня ответственности, обеспечивающих их конструктивную безопасность и исключение прогрессирующего обрушения в условиях чрезвычайных ситуаций. Подготовлено предложение к разработке свода правил «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего разрушения».

Результаты исследований получили внедрение при проектировании зданий и сооружений особо опасных и технически сложных объектов, в их числе объекты Курской АЭС, здание филармонии в г. Белгороде (рис. 58), жилые здания повышенной этажности.

Результаты опубликованы в 5 статьях, в том числе 1 статья в журнале, индексируемом в международной базе данных SCOPUS, а также 4 статьи в журналах, входящих в Перечень ВАК РФ ведущих рецензируемых научных журналов и изданий.

5. Уточненная комплексная методика численного моделирования поведения резервуаров для хранения нефтепродуктов с понтонами (плавающими крышами) при сейсмических воздействиях. Разработана уточненная методика

численного моделирования связанных систем «основание – оболочка – понтон (плавающая крыша) – стойка(и) – жидкость» (далее – Методика) при сейсмических воздействиях, призванная обеспечить сейсмостойкость проектируемых, вновь изготавливаемых и реконструируемых резервуаров стальных вертикальных цилиндрических для хранения нефти и нефтепродуктов. В основе Методики лежит использование метода конечных элементов, позволяющего выполнять высокоточные комплексные расчеты указанных связанных систем при самых общих принимаемых предположениях о поведении системы, видах нагрузок и граничных условий, характере напряженно-деформированного и иного состояния.

Результаты численного моделирования, получаемые при использовании Методики, позволяющей учесть реальное поведение резервуаров, носят уточненный характер по сравнению с результатами, получаемыми по инженерным (нормативным) методикам, предусматривающим введение многочисленных упрощающих гипотез и допущений. Реальное поведение резервуаров сопряжено с целым рядом сложно моделируемых процессов и явлений (возможная значительная амплитуда волн, хранящейся в резервуаре жидкости, нелинейный характер взаимодействия типа «сооружение – жидкость», сильные деформации основания и стенок резервуара, взаимодействие типа «сооружение – основание», учет наличия понтона (плавающей крыши) и/или различных стоек и т.д.).

Актуальность разработки Методики обусловлена расширяющейся практикой строительства резервуаров в районах со сложными климатическими и сейсмическими условиями, а также тенденциями увеличения единичной емкости хранилищ и усложнения реализуемых конструктивных решений, вследствие чего возрастают требования к надежности и точности методов расчета и проектирования резервуарных конструкций.

Результаты опубликованы в 2 статьях в журналах, индексируемых в международных базах данных Web of Science и/или SCOPUS, 5 статьях в журналах, входящих в Перечень ВАК РФ ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

6. Научно-методические основы и прикладные аспекты регулирования территориально-градостроительных процессов в перспективной системе управления социально-экономическим и градостроительным развитием России

Предложены научно-методические подходы к регулированию развития городов, городских агломераций и систем расселения в условиях реструктуризации угледобывающей промышленности с учётом зарубежного (Рурский угольный бассейн, угольная промышленность Великобритании) и отечественного опыта (Подмосковный угольный бассейн, Новомосковский промышленный узел, Восточный Донбасс, город Донецк Ростовской области).

Впервые предложены системные подходы к регулированию территориально-градостроительных процессов в угледобывающих регионах при их реструктуризации, необходимость которой обусловлена изменением топливно-энергетического баланса, переходом к прогрессивной структуре экономики, преодолением отставания от передовых стран, а также сложившейся на этих территориях напряжённой социально-демографической и экологической ситуацией.

Предложен проект концепции преобразования пространственной организации территории угледобычи и её основы – городов и их агломераций применительно к изменяющимся условиям социально-экономического, геополитического и пространственного развития, реализация которой позволит кардинально повысить качество среды жизнедеятельности на этих территориях (прежде всего, жилищно-

коммунального хозяйства, социальных объектов и экологической ситуации), создаст условия перехода к новым экономическим укладам, привлечению и закреплению в таких регионах молодёжи и квалифицированных кадров и, в целом, улучшения уровня человеческого потенциала территорий- главного ресурса прогрессивных изменений в экономике страны.

7. Концепция пространственного развития системы расселения Российской Федерации. Выявлены возможные направления пространственного развития систем расселения России. Одно из направлений проходит вдоль Северного Ледовитого океана по частично брошенной «сталинской» железной дороге, затрагиваются города Мурманск – Архангельск – Нарьян Мар – Нижний порт – Дудинка – Тикси – Певек – Уделен. От этих портов должны, в основном, по рекам идти меридиональные железные дороги, опирающиеся на новый транспортный коридор, идущий по траверсу Транссиб и БАМ. Кроме того, к этой системе необходимо присоединить новую транспортную систему, соединяющую Владивосток с Магаданом. Для этого необходимо построить от Сахалина на материк через пролив Невельского мост или подводный тоннель (остатки старого тоннеля имеются) и соединить железнодорожную сеть Сахалина с трассой, идущей по берегу Охотского моря от Владивостока до Ванино и далее до Магадана. Кроме того, от Магадана, вдоль побережья Охотского моря, должна идти железнодорожная трасса на Камчатку до Петропавловска-Камчатского.

Формирование комплексной системы расселения России, связывающей всю ее территорию, включая Дальний Восток и Камчатку, единым транспортным каркасом, предлагается впервые. Подобные исследования могут войти существенным элементом в формирующуюся общегосударственную систему расселения России. Эта новая всероссийская система может иметь существенное влияние на более равномерное распределение по стране добывающих районов, промзон, а также может оказать позитивное влияние на дисбаланс распределения населения по стране. Кроме того, предлагаемый транспортный «каркас» России может оказать положительное влияние на обороноспособность страны.

8.Проекты фитнес-клуба и спортивного центра для жилого района или муниципального образования.Проекты разработаны для III Б климатического подрайона, в том числе для сейсмически активных районов (до 7-8 баллов), и могут быть откорректированы для других климатических и грунтовых условий.Многосветные помещения фитнес-клуба создают единое восприятие интерьеров и позволяют посетителю «охватить» взглядом все спортивные зоны и проводимые оздоровительные процедуры, что будет стимулом для потенциальных посетителей. Концепция архитектурного облика спортивного центра заключается в создании экологичного, «зеленого» объема, который гармонично вписывается в окружающую природу и застройку, причем все этажи по периметру максимально остеклены, предусмотрены выходы на террасы. Проект фитнес-клуба экономичен, рационально выстроена функция здания, а компактность объема позволяет вписывать его в различные градостроительные ситуации. Иновационность проекта спортивного центра состоит в разработке новой типологии спортивных сооружений для семейного отдыха и оздоровления, очень востребованных в настоящее время, и расположенных внутри жилых районов или в центрах муниципальных образований. Проекты предусматривают надлежащие условия для беспрепятственного и удобного передвижения маломобильных групп населения. Проекты разработаны на стадиях проектная и рабочая документация, ведется строительство пионерных объектов.

9. Дом двойного назначения . Дом двойного назначения построен по адресу: г. Москва, 1-й Волконский переулок, дом 13. Может использоваться как офис и как

жилой дом. Заложены дополнительные инженерные каналы для использования как жилье с 3-мя квартирами на этаже. При этом легкосборная вторая лестница, необходимая для офисов, может быть демонтирована.

Данный принцип организации здания с возможностью вариантного функционального использования не имеет аналогов. Используя принцип двойного назначения, можно проектировать здания самого различного характера и величины, что обеспечивает многочисленные преимущества, учитывая длительную жизнь капитальных зданий и стремительное изменение потребностей общества.

10. Приемы достижения активного пластического многообразия разноэтажной застройки с маломерными квартирами. Предложение демонстрирует приёмы достижения активного пластического многообразия разноэтажной застройки (до 9-ти этажей) с маломерными квартирами. Данный прием организации планов жилого дома, когда однокомнатные квартиры составляют поверхность фасада здания утопленную по сравнению с фасадами двухкомнатных квартир выступающих вперед, позволяет получать бесконечно много вариантов архитектурного решения жилых домов с квартирами эконом класса. Разработанный метод позволяет осуществлять эффективные и экономически оправданные решения по формированию жилых кварталов недорогих домов, обладающих архитектурным разнообразием и привлекательностью.

ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ ОБРАЗОВАНИЯ

Сведения об основных направлениях фундаментальных и прикладных исследований в области наук об образовании

В качестве приоритетных направлений фундаментальных и прикладных научных исследований в области наук об образовании Российская академия образования выделяет следующие:

- Перспективы развития педагогической науки и образования в современном обществе (в том числе разработка теоретико-методологических основ развития дидактики и теории воспитания; методологических и теоретических оснований прогнозирования развития системы непрерывного образования в современных условиях; педагогических основ прогнозирования и модели развития образовательных систем).

- Тенденции и закономерности развития (психического, физиологического и социокультурного) современного ребенка на разных этапах онтогенеза (в том числе выявление закономерностей морфофункционального созревания мозга, нейрофизиологических механизмов когнитивных процессов и познавательной деятельности детей и подростков; изучение физиологического развития и состояния здоровья современных детей на разных этапах пубертатного периода; изучение психологических закономерностей когнитивного и личностного развития человека в современных макро- и микросредовых условиях; психологического портрета современного ребенка на разных этапах детства; социологического портрета современного ребенка на разных этапах социализации; социокультурного портрета современного ребенка на разных этапах детства (возрастные и индивидуальные особенности формирования художественного восприятия и мышления); выявление особенностей и закономерностей психофизиологического развития ребенка на рубеже дошкольного и младшего школьного возрастов; разработка системы психолого-

педагогического обеспечения образовательного процесса в дошкольном детстве; системы психолого-педагогического обеспечения образовательного процесса как условия общего развития учащихся и профессионального развития педагогов).

- Теоретические основания образовательных стандартов, программ, технологий и механизмов модернизации непрерывного образования (дошкольного, общего, профессионального и дополнительного) (в том числе разработка научных основ формирования образовательного стандарта как нормы определения качества общего образования; изучение преемственности начального общего, основного общего, среднего (полного) общего и профессионального образования; выявление научных основ оптимизации содержания образовательных областей и учебных предметов; разработка теоретико-методологических оснований формирования социально-профессионального самоопределения учащейся молодёжи в условиях непрерывного образования; методологических основ оценки и контроля качества учебных достижений; концептуальных основ разработки перспективного обеспечения образовательных стандартов нового поколения; методологических основ формирования культуры здоровья детей в рамках образовательного стандарта; теоретических оснований развития воспитательного потенциала общего образования; проведение социологического мониторинга отношения к образованию учащихся, учителей и родителей; выявление содержания и механизмов модернизации художественного образования; разработка теоретических основ организации дошкольного образования, оценки качества и мониторинга его состояния).

- Информатизация образования, интеллектуального развития и социализации современного человека (в том числе разработка философско-методологических, медико-психологических, социально-педагогических оснований создания и развития информационно-образовательного пространства; теоретико-методических оснований подготовки педагогических и управленческих кадров в области информационных и коммуникационных технологий; системы психологической, методической и медико-социальной поддержки пользователя при когнитивно-информационном взаимодействии со средствами информационных и коммуникационных технологий; психолого-педагогических основ проектирования и реализации педагогических инноваций в высокотехнологичной здоровьесберегающей информационно-образовательной среде; научно-методического обеспечения информационной безопасности личности в условиях современного общества).

- Теоретические основания и перспективные модели социализации и воспитания детей, молодежи в условиях современного общества (в том числе разработка теоретико-методологических оснований и выявление стратегических приоритетов развития воспитания и социализации детей и молодежи; проектирование и изучение механизмов реализации перспективных моделей воспитания и социализации детей; исследования современная российской семьи как субъекта воспитания и социализации детей; выявление научных основ развития воспитательного потенциала в содержании общего образования; теоретических оснований и разработка методологии социализации молодежи; изучение психолого-педагогических условий обеспечения социальной безопасности детей и молодежи в поликультурной среде; разработка научно-методического обеспечения духовно-нравственного развития личности средствами народной культуры).

- Теоретические основы и практические модели поиска, выявления и развития детской одаренности в целях максимального раскрытия возможностей интеллектуального, творческого, социального, личностного потенциала растущего человека (в том числе разработка психологических основ выявления, развития и поддержки общей и специальной одаренности детей и молодежи; теоретических оснований и форм выявления и развития художественной одаренности детей и подростков; изучение развития художественной одаренности детей и юношества

средствами информационных и коммуникационных технологий; разработка теоретических оснований, форм выявления, развития и поддержки математической и естественнонаучной одаренности детей; формирование социокультурных моделей выявления и развития актерской одаренности в системе среднего профессионального образования).

- 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 том числе разработка научных основ ранней психолого-педагогической профилактики инвалидизации детей с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ); выявление путей и форм модернизации дошкольного, школьного и профессионального образования лиц с ограниченными возможностями здоровья в современных социокультурных реалиях; развитие теоретико-методологических основ отечественной научной школы дефектологии в меняющемся социокультурном пространстве; разработка научных основ модернизации содержания и технологий непрерывного образования преподавателей вузов и научных кадров НИИ в области специальной психологии и коррекционной педагогики).

- Интеллектуализация информационных систем и технологических процессов в сфере образования (в том числе выявление теоретико-методологических оснований разработки образовательных стандартов, отражающих конвергенцию наук и технологий; разработка методологии формализации и представления знаний в интеллектуальных образовательных системах; выявление теоретико-методологических основ интеллектуализации информационных систем формирования распределенного контента образовательного назначения; научно-методических основ разработки и сертификации программно-аппаратных, информационных комплексов образовательного назначения; разработка методологии создания адаптивных информационных систем в образовании).

- Научные основы инновационного развития педагогического образования в современной России (в том числе разработка теоретико-методологических основ развития системы непрерывного педагогического образования в условиях современного мира; инновационных механизмов и выявление организационно-педагогических условий повышения качества педагогического образования; разработка моделей и выявление механизмов сетевого взаимодействия учреждений педагогического образования разных уровней в подготовке и переподготовке педагогических и управленческих кадров; профессиологических, психолого-педагогических и акмеологических оснований развития профессиональной деятельности педагога).

- Методология и стратегия социокультурной модернизации образования (в том числе разработка теоретико-методических оснований стратегии социокультурной модернизации образования; проектирование инновационных психолого-педагогических технологий дошкольного, общего и дополнительного образования в целях социализации подрастающих поколений, строительства общества знаний; характеристика социокультурной модернизации образования и выявление ее влияния на изменения в детской и молодежной субкультурах).

- Научные основы управления образованием в меняющемся мире (в том числе разработка теоретических моделей и выявление механизмов управления системами образования на разных уровнях с учетом особенностей социокультурного и экономического развития; разработка теоретико-методологических основ профессионального развития руководителей системы образования; формирование теоретических основ разработки нормативно-правового обеспечения регулирования отношений в сфере образования и исследовательской деятельности; теоретических основ и обобщение практики управления научным и опытно-экспериментальным

обеспечением системы образования; методических основ и практики управления интеллектуальными ресурсами образовательных учреждений; разработка научно-методического обеспечения управления образованием и социализацией основных участников педагогического процесса на основе социологических исследований; теоретико-методического обеспечения модернизации механизмов инновационного развития образовательных учреждений).

- Теоретико-методологические основы структурирования и развития профессионального образования разных уровней (в том числе разработка теоретико-методологических оснований и инновационных моделей профессиональной подготовки и переподготовки специалистов в условиях изменяющегося рынка труда; теории и практики подготовки специалистов в условиях научно-образовательных кластеров разного профиля; поликультурных оснований и дидактического обеспечения содержания профессионального образования; выявление проектно-целевых механизмов реализации федеральных государственных образовательных стандартов начального и среднего профессионального образования; разработка научного обеспечения инновационного развития образования и социализации взрослых в условиях социально-экономических перемен; теоретико-методологических оснований моделирования непрерывного этнокультурного образования малочисленных народов; теоретико-методологических оснований готовности выпускников университетского комплекса к инновационной деятельности; теоретико-методических основ, моделей и технологий развития профессионального социально-педагогического образования).

Представленные приоритетные направления фундаментальных и прикладных исследований реализуются в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации 3 декабря 2012 года № 2237-р, с изменениями от 31 октября 2015 года № 2217-р.

Прогноз развития наук об образовании и смежных с ними наук

2.1. 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.

На основе анализа фундаментальных для сферы образования вопросов разработки концептуальных ответов отечественного образования на вызовы информационной цивилизации и проектов развития отечественного образования в гражданско-идентификационном и геополитическом измерениях прогнозируется продолжать исследования, в контексте которых найдет место осмысление таких проблем, стоящих перед отечественным образованием, как концептуальное обоснование пространства планирования бытия сферы образования в эпоху информационной цивилизации, как научно обоснованное проектирование продуктивного 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 веке горизонты междисциплинарного поиска.

Рассмотрение педагогического знания с позиций неклассической и постмодернистской методологии требует постановки новых задач в области теоретико-педагогических исследований, кардинального обновления подходов к теоретико-методологическим основам обучения и воспитания. 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.

В области теоретической педагогики перспективна разработка нового междисциплинарного направления – педагогической семиологии, которая ориентирована: на изучение закономерностей конструирования языка педагогической науки, феноменов включения в него новых языковых элементов и архивирования тех, которые представляют ее вчерашний день; на выявление специфики языка взаимодействия учителя и ученика, того языка, который конституирует мир образования и представляет собой смесь естественного языка и языков изучаемых учебных дисциплин: физики, математики, химии и др.

В области философии образования планируется разработка отраслевой теории педагогического прогнозирования (педагогической прогностики).

Другое приоритетное направление исследований в прогнозируемый период в области философии образования и теоретической педагогики – теория непрерывного образования. Перспективными аспектами исследования являются: методология развития педагогических систем; построение концепций и моделей преемственности образовательных ступеней от дошкольного образования до обучения взрослых; 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 будут концептуальное и теоретико-методологическое приращение педагогического знания, заключающееся в разработке принципиальных подходов к развитию непрерывного образования постиндустриального этапа.

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 станет стратегическое проектирование инновационного развития образования в условиях глобализации. В рамках реализации научно-исследовательского проекта «Стратегический профиль российского образования в формате глобализации: методология прогнозирования и образовательный форсайт» к 2030 году предстоит проведение комплекса ретроспективных, мониторинговых и сравнительных исследований отечественных и зарубежных социально-педагогических стратегий, результатов их реализации в первые десятилетия XXI века.; охарактеризованы тенденции, противоречия, социальная эффективность стратегического проектирования

развития отечественной системы образования; выявлены социокультурные факторы глобализации, детерминирующие особенности образовательного пространства России.

В научных исследованиях по проекту «Стратегическое проектирование устойчивого развития инновационных моделей образования в ситуации интенсивной трансформации глобального мира» предполагается широкоформатный мониторинг динамики инновационных моделей российского образования, комплекс сопоставительных и социологических исследований с целью выявления эффектов реализации стратегических инициатив в области образования.. 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.

Стратегически значимым перспективным направлением исследований является теоретико-методическое обеспечение развития инновационного потенциала системы образования. 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.

Прогнозируется разработка организационно-социально-педагогических средств создания условий реализации системного подхода, включающего все составляющие государственно-общественного механизма поддержки семьи, учитывающего уникальность каждой семьи, её индивидуальность. Вторая, не менее важная составляющая этого процесса – социально-педагогическая поддержка включения самой семьи как активного субъекта саморазвития, развития семьи изнутри, посредством восстановления её внутренних сил, её уникального общественно-исторического статуса, гармонизации семейно-брачных, детско-родительских, межпоколенческих отношений, оздоровления семейного социума путём повышения компетентности родителей, прародителей, формирования их профессиональной компетентности.

2.2. Психология

Приоритетными фундаментальными направлениями исследований в области психологии являются направления поискового типа, ориентированные на выявление фундаментальных психологических закономерностей и механизмов когнитивного и личностного развития человека; определение специфики феноменологии нового детства (психологические особенности развития способностей в меняющемся социальном пространстве); раскрытие этиологии индивидуальных различий способностей к обучению. Прогнозируется применение генетически чувствительных методов изучения когнитивных механизмов, лежащих в основе индивидуальных различий в способностях к обучению.

В психологической науке можно выделить направление, осуществление которого является необходимым условием развития как собственно научного познания, так и социальной практики современного общества, в том числе и образовательной – исследование влияния реалий современной жизни на психологический статус человека. Здесь могут быть выделены два аспекта: 1) влияние информационного общества с его высокотехнологичными средствами информации и коммуникации, предъявляющими не актуальные ранее требования к когнитивной и эмоциональной сферам психики человека; 2) влияние транзитивности современного общества на психику человека. Изучение указанной проблематики имеет высокую практическую актуальность, поскольку выявление и анализ феноменологии, раскрывающей позитивную и негативную динамику психологических ресурсов, позволяет разработать научно обоснованные психологические и педагого-психологические средства диагностики, развития и сопровождения когнитивного, эмоционального и личностного развития.

Актуальными остаются исследования в области психологии образования. Они в первую очередь будут направлены на разработку комплексных моделей интеграции психологической науки и практики образования, ориентированных 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.

2.3. Теория общего среднего образования

Направления перспективных исследований в области образования должны обеспечивать реализацию стратегической цели государственной политики в этой области – повышение его доступности и качества, 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 контексте задач развития отечественной «зелёной 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.

2.4. Теория воспитания

В среднесрочной перспективе развитие фундаментальных исследований, теоретических и прикладных разработок в сфере воспитания и социализации детей определяется стратегическими ориентирами, зафиксированными в Стратегии развития воспитания в Российской Федерации до 2025 года.

Процесс развития методологии и теории воспитания определяет необходимость реализации и дальнейшего прогнозирования углубленного масштабного научно-исследовательского поиска на междисциплинарной основе, ориентированного на построение обновленной научно-педагогической стратегии развития образовательно-воспитательных систем, раскрытие закономерностей функционирования педагогической теории, ее созидательно-формирующего воздействия на методологические основы и ценностную предметно-содержательную базу современных образовательно-воспитательных практик.

В теории воспитания предполагается: осуществить формирование научно-исследовательской программы воспитания идентичности (российской, гражданской, социальной и культурной); разработать перспективные модели воспитания на разных уровнях образования; «понимающие» методы исследования воспитательного процесса (участвующего – включенного – наблюдения, гуманитарной экспертизы, описания, метода прецедентов).

Фундаментальные социально-педагогические исследования предполагают разрешение назревших противоречий, суть которых в отставании системы образования от социального заказа, социальных ожиданий, потребностей личности, семьи, государства, общества, разработку механизмов и технологий социально-педагогической поддержки личности на различных возрастных этапах в городском и сельском образовательном пространстве России.

Перспективными являются: определение специфики процесса социализации и воспитания современного человека в условиях образовательного пространства, обоснование теоретической концепции развития образовательного пространства как средства социализации и воспитания детей и молодежи, разработка и внедрение прикладной модели социализации и воспитания растущего человека в современных условиях единого образовательного пространства и типологии психолого-педагогических средств воздействия на процесс социализации и воспитания, создание концепции социализации и воспитания детей и молодежи в современном обществе. Перспективной является и проблематика, связанная с воспитанием культуры межэтнической коммуникации и взаимодействия обучающихся в условиях поликультурной образовательной среды, которая предполагает определение теоретических оснований в изучении социального взаимодействия и межэтнических коммуникаций в поликультурном образовательном пространстве, определение

ключевых линий, показателей и критериев социально-нравственного развития детей и молодежи, разработку инструментария и программы диагностики особенностей межэтнических коммуникаций в подростковом и юношеском возрасте, теоретический анализ и обобщение проблемных вопросов социального взаимодействия и межэтнических коммуникаций в поликультурном образовательном пространстве в различных регионах России в зависимости от экономических, национальных, моно/поликультурных традиций и условий, разработку модели управления социально-нравственным развитием (выращиванием) современного молодого человека как патриота и гражданина многонационального государства.

Не теряет своей актуальности проблема всеобщего эстетического воспитания современных детей и молодежи, а также важнейшая задача поиска новейших форм и методов воздействия через искусство на формирование духовного мира растущего человека. В широкой педагогической практике востребованы результаты прикладных исследований, касающиеся приобщения растущего молодого поколения к разным видам продуктивного художественного творчества (музыка, литература, изобразительное искусство, хореография, театр, кино, электронные музыкальные инструменты, компьютерная графика и дизайн, цифровое фотоискусство, художественные инсталляции и т.д.).

Основные ожидаемые результаты исследований по конкретным направлениям 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; выявлены основные подходы к разработке; обозначены проблемы в разработке содержания и структуры; определены различные условия, пути и способы реализации.

2.5. Культурология образования

Сегодня наряду с философией, социологией, психологией, педагогикой, этнографией и другими областями гуманитарного знания ведущее место как идеологическая дисциплина занимает культурология.

В условиях острой необходимости реализации в полной мере созидательного потенциала культуры требуется развитие практических аспектов, позволяющих превратить культуру в двигатель общественного процесса, обеспечить реальную её 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.

На сегодняшний день остро стоят проблемы формирования поликультурной образовательной среды в социуме Российской Федерации, воспитания патриотических и духовно-нравственных качеств детей и молодежи на основе приобщения к традициям культуры и искусства народов России. Значимой для дальнейших исследований остается проблема разработки и внедрения новейшей кросс-культурной образовательной технологии, обеспечивающей включение растущего поколения россиян в культуру.

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 языковых групп) для учреждений дошкольного, начального и среднего образования.

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.

2.6. Теория профессионального образования

Прогноз развития науки в области теории профессионального образования обусловлен развитием региональных систем профессионального образования, адекватных особенностям образовательных потребностей обучающихся и специфике регионального рынка труда, позиционированием профессионального образования как одного из ведущих факторов формирования гражданского общества и интеграции России в международное социально-экономическое пространство. В связи с этим можно выделить некоторые приоритетные направления исследований.

Одним из них является разработка итерационного подхода как методологии прогнозирования и стратегического развития образовательных систем и структур, так как в условиях реформирования отечественного образования актуальными становятся вопросы прогнозирования и стратегического развития образовательных систем и структур. Образовательные модели, ориентированные в будущее, обеспечивают определенность, планируемость и управляемость системы профессионального образования. В настоящее время можно говорить о необходимости формирования новых принципов, методов и технологий функционирования системы обучения и системы профессионального образования в целом с учетом процессов глобализации, интеграции, информатизации и ускорения процессов подготовки обучающихся.

Важным направлением исследований становится разработка научно-методического обеспечения проектирования и реализации модульно-компетентностных технологий опережающей подготовки специалистов технического и естественнонаучного профилей в системе среднего профессионального образования. Гибкость модульно-компетентностных технологий, основанных на компетенциях, позволяет оперативно обновлять или заменять конкретные модули при изменении требований к специалисту вследствие изменений в технологиях и организации труда, обеспечивая качество

подготовки специалистов на конкурентоспособном уровне; дает возможность индивидуализировать обучение для каждого обучающегося исходя из его уровня знаний и умений и предыдущего обучения (или трудового опыта) путем комбинирования необходимых модулей и отдельных единиц модулей; позволяет применять одни и те же модули как элементы сразу нескольких учебных программ (техника безопасности, эффективное общение и т.д.).

Разработка проектно-целевых механизмов реализации федеральных государственных образовательных стандартов в гуманитарной подготовке будущих специалистов – еще одно из актуальных направлений исследований. Гуманитарная сфера и гуманитарное образование стали доминирующими в самых различных областях. Это обусловлено спецификой гуманитарного образования, с которым взаимосвязаны все направления воспитания, формирование целостной гуманитарной картины мира, знание об экзистенциальных ценностях, всей внутренней сложности личности с ее многочисленными потребностями, ценностными ориентациями, самовыражением и самореализацией. На практике формирование гуманитарной составляющей в профессиональной компетенции специалиста может быть представлено разными моделями. Но все модели предусматривают участие студентов в социокультурном проектировании. Целесообразно разработать социокультурные технологии проектно-целевого подхода к обеспечению ФГОС СПО в гуманитарной подготовке будущих специалистов.

Перспективны следующие направления исследований в области *инновационного развития педагогического образования:* разработка и подготовка учителя к работе в цифровой среде (электронная дидактика); разработка и методическое сопровождение освоения учителем новой коммуникативной дидактики (коммуникации на основе гуманитарного подхода – диалоговых технологий, групповых форм работы в открытой среде); индивидуализация подготовки учителя, разработка практикоориентированных вариативных траекторий в рамках непрерывного образования; разработка методик современной компетентностной педагогической диагностики продвижения в образовательном пространстве каждого ребенка; сопровождение индивидуального творчества автономного, рефлексивного учителя в контексте решения современных социокультурных задач; новые модели развития непрерывного педагогического образования.

Развитие научного знания в области профессионального образования также связано с созданием новой учебной дисциплины – практической андрагогики, охватывающей содержание, технологии и формы работы с различными категориями взрослых в условиях формального, неформального и информального образования, участвующих в системах профессионального обучения, повышения квалификации, самообразовательной деятельности; с углублением теории непрерывного образования, созданием новых институтов образования взрослых, охватывающих систему муниципальных и региональных территорий, поддерживающую и сопровождающую профессиональный рост специалиста, его личностный рост и карьерное продвижение. Востребованы научно обоснованные образовательные практики, разработанные для неформального образования в разновозрастных сообществах, для лиц третьего возраста, лиц, обучающихся для работы в нестандартных образовательных средах.

2.7. 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 можно выделить основные актуальные направления развития научных исследований в области информатизации образования.

Создание и развитие информационно-образовательного пространства. В рамках данного направления предполагается выявление и обоснование педагогико-эргономических и технико-технологических требований к информационным системам, обеспечивающим создание педагогических инноваций в условиях функционирования информационно-образовательного пространства, и разработке матрицы профессиональных компетенций преподавателя образовательного учреждения, в том числе и в области создания педагогических инноваций на базе ИКТ.

В перспективе *исследования в области развития дидактики в условиях информатизации образования* основаны на реализации феномена конвергенции педагогической науки и информационных технологий и на реализации потенциала трансфер-интегративных зон, возникающих в традиционных науках в связи с информатизацией образования.

Исследования в рамках направления п*одготовка педагогических и управленческих кадров в области информационных и коммуникационных технологий* предполагают проектирование сетевой подготовки педагогических кадров для осуществления целенаправленного включения учащихся в коллективную образовательную деятельность на основе информационного взаимодействия в сетевых сообществах (форумы, чаты, блоги, заочные турниры и т.п.); владения информационными системами обучения и управления; разработки информационных моделей квалиметрического оценивания уровня подготовленности обучающихся и степени овладения ими ИКТ-компетенциями в соответствии с требованиями ФГОС нового поколения. Для внутрифирменного непрерывного повышения квалификации профессиональных кадров разрабатывается научно-педагогическое и организационно-методическое обеспечение интенсивных обучающих систем и типовых учебных аппаратно-программных комплексов, в том числе на основе робототехнических устройств.

Научно-методическое обеспечение информационной безопасности личности в условиях современного общества. Актуальным является разработка учебно-методического обеспечения, ориентированного на формирование определенных поведенческих алгоритмов, механизмов и средств информационной защиты личности в условиях глобальной массовой сетевой коммуникации современного общества; разработку комплексных методик формирования устойчивых состояний личности как социального субъекта, обеспечивающих способы активного противодействия негативным воздействиям информационно-агрессивной Интернет-среды.

Научно-методические основы разработки и сертификации программно-аппаратных и информационных комплексов образовательного назначения. Перспективной является разработка теоретических моделей оценивания качества педагогической продукции, реализованной на базе ИКТ, на основе экспертных и статистических методов оценивания на соответствие требованиям международных стандартов по безопасности и качеству. Эта разработка может стать основой создания методических рекомендаций по применению показателей оценивания педагогико-эргономического медико-психологического качества педагогической продукции, реализованной на базе ИКТ.

Создание национального отраслевого стандарта «Педагогико-эргономические, медико-психологические и технико-технологические характеристики программно-аппаратных и информационных комплексов образовательного назначения», в котором будут отражены педагогико-эргономические и медико-психологические условия безопасности использования педагогической продукции, реализованной на базе ИКТ.

2.8. Социология образования

Важное место в развитии научных исследований в области наук об образовании занимают и будут занимать исследования в области социологии образования. Спектр

социологических исследований определяется разнообразием и широтой проблем образования как социального явления. Важным является проведение мониторинговых исследований учащихся, родителей и учителей, которые позволят охарактеризовать особенности социализации ребенка на разных возрастных этапах в зависимости от социально-стратификационных факторов. Актуальными становятся исследования, направленные на разработку социологического инструментария, который ориентирован на выявление ценностных ориентаций и изучение процесса становление идеалов современного подростка. Не менее важным является выявление особенностей динамики отношения основных участников образовательного процесса (учащихся, учителей и родителей) к процессам модернизации школьного образования. Особые акценты ставятся на выявлении отношения к внедрению новых образовательных стандартов (ФГОС) и к инновационным формам обучения. Актуальным является изучение трансформаций в подростковой и молодежной субкультуре. При этом специальные акценты ставятся на выявлении влияния демографических и социально-стратификационных факторов на отношение подростков и молодежи к современной информационной среде и художественной литературе. Специальное внимание уделяется изучению социальной активности подростков и молодежи, а также выявлению их толерантных/интолерантных установок.

2.9 Управление образованием

Прогноз развития научных исследований в рамках разработки научных основ управления образованием базируется на основе достигнутого к настоящему времени теоретического задела, актуального запроса практики к исследователям, а также приоритетов государственной политики в области развития образования. Предполагается, что в ближайшее время будут актуальными исследования, обосновывающие новые подходы, модели, механизмы и инструменты управления развитием образовательных организаций, систем образования регионального, муниципального уровней на основе оценки качества образования, увязанные с развитием независимой системы оценки качества деятельности образовательных организаций. Перспективны прикладные исследования, выявляющие особенности региональных моделей независимой оценки качества образования в контексте их влияния на повышение доступности качественных образовательных услуг. Востребованным будет создание научно-методического обеспечения общественно-профессиональной экспертизы деятельности организаций дошкольного, общего среднего и среднего профессионального образования. Представляется актуальным продолжение и развитие исследований в области социокультурной модернизации образования как фундамента для решения стратегических задач развития территориальных образовательных систем с учетом культурно-исторических, национальных и экономических особенностей каждого региона и муниципальных территорий. Новые условия деятельности руководителей в сфере образования (внедрение профессионального стандарта; переход к эффективному контракту, появление новых моделей образовательных организаций), изменения в системе дополнительного профессионального образования предъявляют запрос на разработку теоретических оснований и новых механизмов формирования, признания и развития профессиональной компетентности руководителя в контексте непрерывного образования.

2.10. Возрастная физиология

В современных условиях модернизации образования в связи с внедрением новых образовательных программ, связанных с повышением объема умственной нагрузки, интенсификацией и компьютеризацией процесса обучения особую значимость приобретают проблемы создания безопасной и комфортной

образовательной среды. Для эффективной организации образовательного процесса необходимы знания о возрастных особенностях роста и развития детей на разных этапах онтогенеза, об основных закономерностях развития мозга как базы формирования познавательной деятельности, психических процессов и механизмов организации адаптивного поведения с целью их практического применения для оценки адекватности методов и условий обучения и воспитания функциональным возможностям ребенка, их влияния на рост, развитие и здоровье детей.

И в отечественной, и в зарубежной литературе имеются данные об особенностях функционирования физиологических систем ребенка в различные возрастные периоды, позволившие выявить направленность и особенности их развития. Однако результаты большинства исследований направлены на изучение лишь физиологических и анатомических особенностей детей в разном возрасте, либо на изучение механизмов, определяющих отклонения в развитии, и практически не отражают интеграцию возрастной физиологии и психофизиологии с образовательным и воспитательным процессами.

Изучение мозговой организации когнитивных процессов имеет особенно важное значение для понимания механизмов, обеспечивающих познавательное развитие ребенка и организацию эффективного обучения. В исследованиях зарубежных и отечественных авторов показано, что различные структуры мозга в процессе онтогенеза созревают постепенно и неодновременно. Низкая эффективность выполнения когнитивных заданий в детском возрасте может быть следствием незрелости различных отделов коры, особенно ассоциативных корковых зон. Междисциплинарное изучение (нейрофизиологическое, нейропсихологическое, психофизиологическое) мозгового обеспечения познавательной деятельности у детей разного возраста необходимо для изучения специфики познавательной деятельности ребенка на разных этапах онтогенеза, для определения возрастных закономерностей развития когнитивных процессов, которые в свою очередь используются для разработки современных методик обучения, анализа причин и коррекции школьных проблем, разработки индивидуальных программ подготовки к школе и индивидуальных траекторий обучения.

Длительность, постепенность и неравномерность развития ребенка определяет различия функциональных возможностей организма в разные возрастные периоды. Уже достаточно хорошо известно, что некоторые свойства организма особенно зависимы от внешних воздействий на определенных этапах своего формирования. Одним из таких периодов является подростковый период, характеризующийся значительными перестройками системы нейроэндокринной регуляции, которая оказывает существенное влияние на функционирование всех физиологических систем. В связи с этим в научных изысканиях этого направления существенное значение имеют комплексные физиологические и психофизиологические исследования особенностей физиологических механизмов роста и развития, влияния эндогенных и экзогенных факторов, особенностей обучения и воспитания, функциональных и адаптационных возможностей детей на этом этапе возрастного развития.

Одной из важнейших характеристик роста и развития детей является состояние здоровья. За последние десятилетия выявлены негативные тенденции в показателях физического развития детей. Снижается доля детей и подростков с нормальным физическим развитием. Анализ причин подобных изменений показателей роста и развития детей требует очень серьезного и системного изучения факторов риска, среди которых выделяются и школьные факторы, и факторы семейного риска.

Таким образом, ведущей задачей исследований в области возрастной физиологии является выявление закономерностей развития физиологических систем и механизмов, определяющих особенности их функционирования в дошкольном и

школьном возрасте, и получение объективных характеристик современного ребенка, растущего в новых условиях жизни и организации учебного процесса.

2.11. Коррекционная педагогика

Приоритетным фундаментальным направлением исследований является 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.

Важнейшие результаты

1. Выявлены новые закономерности развития физиологических систем и механизмов их функционирования в предподростковом возрасте. Показан нелинейный и разнонаправленный характер изменений регуляторных функций мозга.

В 10-11 лет возрастают трудности контроля деятельности и выраженность импульсивности при принятии решений. К 12-13 годам отмечается положительная динамика формирования этих функций, обусловленная созреванием префронтальной коры. Противоположная возрастная динамика характерна для системы эмоционально-мотивационной регуляции: в возрастной период от 11-12 лет к 12-13 годам снижается степень участия мотивационной системы в процессах преднастройки к когнитивной деятельности. В период подготовки к решению когнитивных задач признаки неоптимального состояния этой системы существенно возрастают к 12-13 годам, так как участие коркового звена мотивационной регуляторной системы в преднастройке в этом возрасте не выявляется. Полученные объективные характеристики современного ребенка важны для разработки психофизиологических основ оптимизации учебного процесса с целью предупреждения рисков школьной дезадаптации.

2. Впервые получены данные о феноменологии психического развития современных российских детей и молодежи, что позволяет раскрыть психологическую специфику нового детства и отрочества. В 2015 г. по сравнению с 2009 г. зафиксирован более высокий уровень общего познавательного развития. В познании возросла роль образно-схематического мышления относительно словесно-логического, что объясняется влиянием современных информационных реалий на психическое развитие детей.

Установлен более высокий уровень социальной зрелости детей всех возрастов; возрос объем знаний о способах выражения эмоций и эмоциональных состояниях, одновременно существенно снизилась эмпатия. Доказано, что уже с 6-7 лет происходит

подавление аффективного компонента переживаний когнитивным. Эта тенденция отчетливо выражена и в подростковом возрасте.

Выявлена поляризация структуры социокультурной идентичности подростков, при этом доминирует либо этническая/лингвистическая составляющая, либо социокультурная. В соотношении социокультурной и персональной идентичностей продемонстрирована большая, чем шесть лет назад, ориентация на индивидуализм. Для подростков из большого города приоритетными являются автономность и личные качества, а из малого города – групповая принадлежность, конформность, при этом позитивная этническая социализация быстрее происходит в мегаполисе.

3. Для решения проблемы разработки и применения информационных технологий в обучении студентов-сурдопедагогов разработан новый подход к проектированию и использованию виртуальной практики освоения процесса диагностического исследования глухого ребенка. Создан и апробирован экспериментальный образец виртуальной практики, что открывает новое направление научных исследований в области использования информационных технологий для подготовки и переподготовки сурдопедагогов.

Результаты внедрения в педагогический процесс показали значительное повышение эффективности формирования не только собственно профессиональных компетенций студентов-сурдопедагогов, но и заметное развитие их личностных качеств, определяющих осмысленное и ответственное отношение к результатам своей деятельности, направленной на получение точных и надежных представлений о трудностях глухого ребенка и содержании коррекционной помощи, в которой он нуждается.

4. Впервые выделены психологические типы решений, лежащих в основе репродуктивного поведения на российской выборке: 1) решения ситуативного типа; 2) гедонистические решения, выстроенные на логике удовольствия; 3) рационально-практические решения, выстроенные на логике диспозиций, реагирования на стимул и социальные нормы; 4) решения типа жизненного выбора, базирующиеся на логике жизненной необходимости. Разработаны авторские, уникальные для мировой практики, стандартизированные опросники.

Выявлена трехфакторная структура негативного смысла понятия «ребенок» для родителя (или потенциального родителя). Два фактора «Ребенок как препятствие гедонизму» и «Ребенок как помеха самореализации» отражают ситуативный негативный смысл ребенка. Третий фактор напрямую связан с осознанным нежеланием заводить детей либо отвергающим родительским отношением и обозначен как «Генерализованный личностный смысл» – приписывание ребенку отталкивающих биологических и психологических характеристик. Все три фактора отрицательно связаны с показателями удовлетворенности жизнью и ее отдельных сфер.

5. Обоснованы стратегические ориентиры культурологического подхода и культуроемких педагогических технологий в духовно-нравственном развитии школьников на традициях народной культуры в системе общего и дополнительного образования. Новизна исследований состоит в обобщении методологических оснований изучения народного культурно-эстетического опыта.

Впервые разработана теоретическая модель формирования ценностных ориентаций детей в процессе освоения традиционно-прикладного искусства народов России; определены педагогические условия воспитания межэтнической толерантности детей при ознакомлении с ценностями народной культуры. Значимость полученных результатов обусловлена необходимостью обеспечения преемственности поколений россиян, укрепления чувства сопричастности детей и юношества к истории и культуре своей страны. Разработаны учебные программы, практикумы и методические рекомендации по освоению национальных художественных традиций, приобщению к эстетическим идеалам и вкусам народа, знакомству с образами народной культуры в системе общего и дополнительного образования.

ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОГО ИСКУССТВА

За отчетный период академиками Российской академией художеств, а также сотрудниками подведомственных организаций была продолжена реализация целого ряда научно-исследовательских, научно-образовательных, а также культурно-просветительских программ, 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.

Комплексная программа Российской академии художеств в целом направлена на развитие научной базы российской художественной культуры и исследование процессов развития в мировом контексте. Исследовательские темы в рамках этих направлений, взаимосвязаны и внесли значительный вклад в понимание роли отечественного искусства в мировом художественном процессе в форме публикаций новых материалов монографического характера о творчестве выдающихся мастеров российского и зарубежного искусства, архивных источников, материалов по изучению и атрибуции произведений отечественных и зарубежных музейных коллекций.

Выставочные проекты – важная часть деятельности Российской академии художеств. Подобные проекты являются не только формой мониторинга состояния отечественного изобразительного искусства, но и значимой составляющей программы фундаментальных научных исследований Российской академии художеств с учетом ее отраслевой специфики (члены Академии художеств – не только ученые, но и архитекторы, дизайнеры, живописцы, скульпторы, графики, художники театра, мастера декоративного искусства), а также материалом для научного осмысления современных культурных процессов. Вследствие этого факта регулярная и интенсивная выставочная деятельность является одним из определяющих показателей успешных результатов работы.

Фундаментальным блоком отчетных материалов, как ранее отмечалось, с учетом отраслевой специфики, неизменно являются сведения о творческих результатах деятельности членов отделений Российской академии художеств, наиболее значимых художественных проектах (серии живописных и графических произведений, памятники, произведения декоративного искусства, художественные решения театральных постановок и др.). Подобные результаты творческой деятельности можно отнести к сфере прикладных исследований, учитывая специфику деятельности Российской академии художеств и ее членов.

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.

Среди актуальных задач направлений фундаментальных исследований Российской академии художеств – расширение представления о национальном своеобразии и творческих общностях в отечественном и мировом искусстве, изучение и осмысление роли российского искусства в мировом процессе художественного развития. В силу исторически сложившихся в России условий в XX веке целый пласт художественной культуры оставался закрытым как для отечественных, так и зарубежных исследователей, целый ряд произведений выдающихся отечественных архитекторов, художников, историков искусства находился вне поля зрения ученых. Это касается многих уникальных явлений в изобразительном искусстве и архитектуре, дизайне, что выдвигает необходимость переосмысления различных периодов отечественного изобразительного искусства.

Российская академия художеств рассматривает как одну из наиболее актуальных проблем нашего времени исследование путей взаимодействия различных форм знаний в ареале изобразительного искусства. Данная проблема является, несомненно, одной из основных в системе фундаментальных исследований в области научного потенциала искусства.

Особое внимание в рамках формирования программы фундаментальных исследований на долгосрочный период было уделено актуальным сегодня процессам взаимодействия сферы изобразительного искусства, науки и образования по проблемам междисциплинарного характера и кросс-культурного диалога в мировом художественном пространстве, изучению динамики культурных процессов в многоплановом контексте.

Поиск новых подходов в изучении художественных направлений, существовавших в мировом пространстве и получивших яркое воплощение в искусстве России, необходимо рассматривать в контексте эволюции мирового культурного процесса. Актуальным сегодня и на ближайший планируемый период является процесс обновления существующей фундаментальной базы знаний в сфере изобразительного искусства, архитектуры, дизайна за счет публикации новых источников, касающихся разных пластов художественной культуры, а также обновление существующих научных подходов.

Ряд актуальных проектов завершил коллектив Научно-исследовательского института теории и истории изобразительных искусств Российской академии художеств. Сотрудниками был подготовлен целый ряд статей и научных изданий, посвященных актуальным проблемам изучения искусства разных эпох. Членами отделения искусствознания Российской академии художеств, сотрудниками Научно-исследовательского института теории и истории изобразительных искусств РАХ, другими отделениями Академии были достигнуты следующие результаты:

«Итальянский сборник. Quaderni italiani» Выпуск 7. Fascicolo settimo. Посвящается Джорджо Вазари.

Седьмой выпуск «Итальянского сборника» – проект об искусстве Италии и его роли в формировании мировой и отечественной художественной культуры. В него также вошли материалы двух больших конференций 2011 года, организованных Российской академией художеств: «К 500-летию со дня рождения Джорджо Вазари» и «Россия – Италия – Испания: художественные связи». В сборнике представлены статьи о различных аспектах теории и истории итальянского искусства VII – XIX веков.

Еще одним актуальным направлением является исследование проблем развития мировой культуры. Серьезным шагом с точки зрения фундаментальной науки является подготовка сборника научных статей: «**О классике и классическом».**

Фундаментальный труд посвящен выработке научно обоснованных выводов по целому ряду концептуальных вопросов. О том, что такое «классика» и «классическое», размышляли многие философы, поэты, историки. «Классическое» постоянно оживает в неостилях, трансформируясь, обретая новое звучание, будучи востребованным в новом времени. «Классика» не способна отодвигаться в прошлое. Ее знание, возвращение в центр художественных обсуждений, популяризация в массовом сознании, чрезвычайно важны сегодня. В этом авторский коллектив видит цель данного исследования, результаты которого ценны как непосредственно для фундаментальной науки, так и для развития программ по художественному образованию.

Русское искусство Нового времени. Исследования и материалы. Сборник статей.

Сборник научных статей подготовлен по материалам докладов на научной конференции «Русское искусство Нового времени: открытия и интерпретации» в НИИ РАХ в 2013 году. В него также вошли наиболее значимые исследовательские работы сотрудников отдела и членов Отделения искусствознания РАХ. Особая ценность сборника – введение в научный оборот новых данных и интерпретаций достаточно известного материала, изучение которого в предшествующую эпоху было искажено идеологическими рамками. Существенный объем занимают работы монографического характера, в которых изучаются биографии художников, а также выявляется и уточняется круг их произведений. Освещаются вопросы интернациональных контактов и встреч, оказавших влияние не только на судьбу конкретного мастера, но и шире – на развитие отечественного и зарубежного искусства. Затрагивается проблематика, связанная с взаимоотношением слова и изображения.

Среди значимых исследований важно отметить и целый блок работ, посвященных анализу творчества знаменитых художников XX века – переломной, «революционной» эпохи в истории изобразительного искусства. Целый ряд творческих личностей своим уникальным подходом, не только выразили свою глубокую индивидуальность, но и дали жизнь целому ряду направлений в изобразительном искусстве. В этой связи необходимо отметить коллективную монографию: «**Пикассо сегодня**».

В коллективной монографии искусство Пабло Пикассо, его роль в культуре XX–XXI веков рассматриваются в широком художественно-историческом контексте. Анализируются различные аспекты многообразного творчества испано-французского мастера – живописца, графика, скульптора, сценографа, керамиста, ювелира. Показаны связи Пикассо с различными пластами мирового художественного наследия. Затрагивается тема влияния Пикассо на творческие поиски европейских и американских художников XX столетия, анализируются его связи с известными писателями. Освещаются новые аспекты темы «Пикассо и Россия».

Ценность фундаментальной разработки подобных направлений в анализе творчества признанных мастеров мирового искусства заключается в целях дальнейшего прогнозирования развития направлений в мировом и отечественном изобразительном искусстве, в том числе фундаментальных проблем развития художественного образования, поиску новых подходов в развитии визуальных искусств.

Среди основных важнейших результатов научных исследований, полученных в 2015 году г. необходимо отметить ряд работ, посвященных исследованию искусства Сибири и Дальнего Востока. Отделением Российской академии художеств «Урал, Сибирь и Дальний Восток» были проведены научные мероприятия, результатом которых стало издание сборника научных статей «Искусство Сибири и Дальнего Востока: наследие, современность, перспективы». Исследования целого ряда ученых затрагивают фундаментальные проблемы наук об искусстве: «Вопросы искусствознания», «Искусство Сибири, Дальнего Востока и сопредельных территорий в XIX – XXI веках», «Музейные коллекции, выставки, художественные проекты»,

«Вопросы профессионального образования в области изобразительного, декоративно-прикладного искусства, дизайна и искусствоведения». Необходимо отметить, что исследовательскую группу составили не только российские, но и зарубежные ученые (искусствоведы из Монголии и Китая), которые регулярно участвуют в научно-исследовательских и выставочных проектах.

В связи с этим важно отметить знаковый в художественной жизни Сибири выставочный проект – межрегиональную выставку «Сибирь – Дальний Восток», осуществленный в Красноярске при поддержке Регионального отделения Урала, Сибири и Дальнего Востока Российской академии художеств. Выставка составляла единый блок с научно-практической конференцией с международным участием на тему «Искусство Сибири и Дальнего Востока: наследие, современность, перспективы».

Значимость выставки обусловлена, в частности, ее масштабом. В выставке приняли участие более 250 художников из Абакана, Анадыря, Барнаула, Благовещенска, Биробиджана, Владивостока, Горно-Алтайска, Дивногорска, Иркутска, Кемерово, Красноярска, Комсомольска-на-Амуре, Кызыла, Лесозаводска, Магадана, Находки, Новокузнецка, Новосибирска, Омска, Певека, Петропавловска-Камчатского, Томска, Улан-Удэ, Уссурийска, Хабаровска, Ханты-Мансийска, Южно-Сахалинска, Якутска. Специалистам и широкой зрительской аудитории было представлено более 300 произведений декоративно-прикладного искусства, скульптуры, графики, преобладала станковая живопись. К выставке был издан масштабный каталог.

Стоит особо подчеркнуть вклад фундаментальных научных исследований в современные образовательные программы, в частности внедрение наиболее актуальных результатов в учебные издания.

В качестве важных результатов фундаментальной науки в интеграции с образованием необходимо отметить издание **«Психология искусства:** учебник для бакалавриата и магистратуры».

Учебник освещает классические проблемы психологии искусства (психология художественного творчества, закономерности восприятия произведений искусства, психологические аспекты строения произведения искусства), а также новые, еще только зарождающиеся на стыке искусствознания, психологии, антропологии, культурологии. Специальное внимание уделено малоизученным парадоксам творческого сознания художника: феномену «плавающей идентификации», способности одновременного сосуществования в разных ролевых ипостасях, взаимодействию спонтанности и самодисциплины в акте творчества. На большом материале истории искусства выявляется значение воображения, интуиции, памяти, воли, сферы бессознательного как в процессе творчества, так и в процессе художественного восприятия. Анализ фундаментальных основ и современных поисков психологии искусства предопределил особенность данного учебника последнего поколения, который в своем содержании совмещает учебно-образовательный и исследовательский материалы. Соответствует актуальным требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и рекомендован для студентов высших учебных заведений, обучающихся по гуманитарным направлениям и специальностям по квалификации «бакалавриат» и «магистратура».

Цикл учебных пособий для вузов «**Теория и история искусствознания»,** подготовлен сотрудником отдела теории искусств НИИ РАХ, доктором искусствоведения Арслановым В.Г.

Том 1: **Античность. Средние века. Возрождение: Учебное пособие для вузов.** М.: Академический проект; Культура, 2015. 436 с.

Том 2: **Просвещение. Ф. Шеллинг и Г. Гегель: Учебное пособие для вузов.** М.: Академический проект, 2015. 435 с., ил.

Том 3: **XX век. Формальная школа: Учебное пособие для вузов.** М.: Академический проект, 2015. 344 с.

Том 4: **XX век. Духовно-исторический метод. Социология искусства. Иконология: Учебное пособие для вузов.** М.: Академический проект, 2015. 275 с., ил.

Том 5: **XX век. Постмодернизм: Учебное пособие для вузов**. М.: Академический проект, 2015. 287 с., ил. (Концепции).

Пятитомное учебное пособие посвящено комплексному изложению наиболее значительных достижений мирового искусствознания от древности до наших дней. Автор исследует историю и теорию европейского искусствознания на основе методологии российского философско-эстетического «течения» 1930-х годов, видевшего свою цель в возрождении наследия мировой классической культуры. Материал излагается таким образом, чтобы издание могло послужить одним из учебных пособий для аспирантов, изучающих философию и историю науки по специальности «Искусствознание», и для студентов, слушающих курс лекций «Теория и история искусствознания».

Также важно отметить монографию: «**Авторская игрушка в культуре России XX века».** М.: Арт-фактор, 2015. 248 с., ил. Автором является член-корреспондент Российской академии художеств, научный сотрудник НИИ РАХ А.У. Греков. Монография посвящена истории советской и российской авторской игрушки, которая рассматривается в зеркале отечественной культуры XX столетия. В книгу включен богатейший предметный и архивный материал, впервые введенный в научный оборот, делается попытка обобщить имеющиеся на сегодняшний день сведения о художниках-игрушечниках, представив обширный словарь персоналий. В книгу также вошел словарь предприятий игрушечной промышленности. Издание предназначено для студентов высших художественных учебных заведений и учащихся художественных колледжей, училищ и художественных школ, а также для широкого круга любителей декоративно-прикладного и народного искусства.

Концепция направления «***Искусство и наука в современном мире»*** основывается на необходимости развития целого ряда междисциплинарных исследований как фундаментального, так и прикладного характера.

В связи с этим необходимо отметить выпуск сборника научных статей**: «Искусство и право: тенденции развития и формы интеграции».-** 2015 год, Изд-во «Филигрань», Ярославль, стр. илл. Разработчик программы – структурное подразделение Российской академии художеств, Международная кафедра ЮНЕСКО изобразительного искусства и архитектуры при РАХ, юридическое управление РАХ, при финансовой поддержке Российской Академии Правосудия.

Проект является частью научно-исследовательской и образовательной программы Российской академии художеств, который планируется развивать при участии специалистов в области юриспруденции. Среди основных целей настоящего сборника – инициирование междисциплинарной программы исследования проблем правового регулирования в системе современного изобразительного искусства.

Материалы первого сборника научных статей исследуют широчайший спектр тематических направлений, связанных с взаимовлиянием и взаимопроникновением права и искусства. Среди них, искусство как вид познания правовых явлений и право как регулятор отношений в сфере искусства; проблемы формирования критериев, отнесения результатов творческой деятельности к произведениям искусства с позиции различных отраслей знаний. Также, произведение искусства как объект права; произведение изобразительного искусства как предмет правового регулирования; творческое самовыражение личности и социальный активизм; защита культурных ценностей во время вооруженных конфликтов; актуальные вопросы правовой охраны результатов интеллектуальной деятельности художников; возможности использования потенциала эмоционального воздействия искусства на чувственное восприятие правовых явлений; выражение публичного протеста изобразительными средствами.

В рамках направления ***«Искусство, наука, религия»*** ежегодно осуществляется масштабная научная и творческая деятельность, направленная как на возрождение уникальных художественных систем и техник изобразительного искусства Древней Руси, так и на развитие современного академического искусства в лоне духовной традиции. В 2015 году Российской академией художеств был реализован научно-исследовательский и выставочный проект на территории национального заповедника «Херсонес Таврический» в Республике Крым. Проект «ВИЗАНТИЯ.RU» посвящен знаменательной дате, 1000-летию памяти Святого Равноапостольного князя Владимира и вошел в официальную программу государственных памятных мероприятий. Проект «ВИЗАНТИЯ.RU» составил масштабную выставку, научно-практическую конференцию, мастер-классы. В проекте приняли участие около 200 художников и 50 учёных из разных стран. Концептуальная часть программы имеет целью консолидировать творческие силы, зарубежных и отечественных ученых и художников, которые в своем искусстве сохраняют великие традиции, принятые от Византии, создавая особое пространство современного искусства, которое будет говорить с современным человеком, и не только православным, на современном языке. Поэтому на выставке можно увидеть произведения искусства самых разных форм и технологий – от лучших образцов «авторской иконы» до пространственных мультимедийных инсталляций, которые также создают иконные образы, предполагающие соединение земного и небесного миров. Фактически, в основе замысла выставки лежит новое понимание византийского иконного образа.

Открытие одноименного сайта позволяет сделать программу «ВИЗАНТИЯ.RU» долгосрочной, тем самым создав научно-творческий портал с образовательно-просветительскими функциями, который посвящен современному религиозному искусству, а также поиску современными творцами духовных смыслов в реальности сегодняшнего дня.

В качестве прогнозных исследований и практических выводов касательно развития изобразительных искусств, теории и практики, а также вопросов художественного образования по результатам научных мероприятий выработан целый ряд рекомендаций экспертов.

В планировании деятельности на ближайшее время сохранит свою актуальность необходимость сближения науки и искусства, синтез искусствознания и других гуманитарных наук. В целях координации работы по междисциплинарным программам в регионах необходимо организовать совместные тематические семинары с участием художников, искусствоведов, историков-краеведов, этнографов, археологов, культурологов. Их целевая направленность – поиск и формирование научно-исследовательских и образовательных программ, связанных с актуализацией культурного наследия и практик в области наук и искусств, а также анализ влияния Российской академии художеств на становление региональных художественных школ и творческих союзов.

Актуальной проблемой является необходимость возобновления Российской академией художеств практики проведения, особенно в регионах страны, «Академических школ» искусствоведов и академиков в формате лекционных курсов и мастер-классов.

Требует расширения рамок исследований проблема отражения этнических и исторических тем в современном региональном искусстве, изучение и сохранение традиционного народного искусства коренных этносов.

Отсутствие актуальных фундаментальных трудов по проблемам развития искусства в регионах России открывает целый ряд задач в подготовке трудов по изобразительному искусству России. В частности по Отделению Урал, Сибирь, Дальний Восток РАХ в рамках программы фундаментальных научных исследований

Российской академии художеств планируется разработка многотомного научного издания «История изобразительного искусства Урала, Сибири и Дальнего Востока».

В свою очередь, Поволжское отделение Российской академии художеств планирует актуализировать внедрение современных путей развития теории и практики визуальных искусств с включением в проекты творческой молодежи, в том числе через развитие сетевого проекта «Творческие мастерские» Международной кафедры изобразительного искусства и архитектуры ЮНЕСКО Российской академии художеств.

В целях развития этой программы научный состав аппарата Президиума Российской академии художеств готовит проект «Творческой мастерской» по вопросам искусствознания. В рамках программы дополнительного образования будет подготовлен ряд научно-практических конференций, семинаров и лекций. Также в 2016 году планируется издание сетевого электронного ресурса и альманаха Российской академии художеств, что позволит не только знакомить специалистов и широкую общественность с основными результатами деятельности Российской академии художеств, но и даст возможность молодым ученым и художникам публиковать научные труды и сведения о творческих проектах.

По-прежнему значительная часть экспертов критически оценивает результаты реформирования системы отечественного художественного образования в контексте перехода на западные стандарты и эта тенденция нарастает. Целый ряд видных ученых и педагогов призывают вернуться к традиционной, доказавшей свою жизненность и результативность российской системе художественного образования, поскольку анализ применения «болонской системы» на практике убедительно показывает свою неэффективность в области художественного образования. Регулярный мониторинг состояния отечественного художественного образования, сравнительный анализ зарубежных образовательных систем институтов искусств и академий, приводит к необходимости консолидировать лучших специалистов профессорско-преподавательского блока в выработке рекомендаций и предложений для последующего внесения в программы среднего и высшего образования в части изобразительного искусства и архитектуры на базе Российской академии художеств.

Важной составляющей планирования научно-исследовательских, образовательных и творческих программ является сотрудничество с зарубежными партнерами. В особом фокусе по прежнему будут находится государства-участники СНГ, ближнее зарубежье. Налаживание тесного сотрудничества в области культуры, развитие дружественных связей через совместные проекты и программы открывает новые возможности для расширения тематического спектра научно-исследовательских проблем.

ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ, ПОЛУЧЕННЫЕ В ВУЗОВСКОМ СЕКТОРЕ НАУКИ

Российской академией наук, в соответствии с ФЗ-253, были запрошены у 40 ведущих вузах страны сведения о выполненных в 2015г. фундаментальных исследованиях. Как показал анализ, проведенный в отделениях РАН по областям и направлениям науки, значительное число научных результатов вузов соответствует мировому уровню. Ниже приводится некоторая часть из них.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

1. Фотонный переключатель

Исследователи из МГУ имени М.В. Ломоносова в составе международной группы создали сверхбыстрый фотонный переключатель, работающий на кремниевых

наноструктурах. Это устройство может стать основой компьютеров будущего и позволить передавать данные с огромной скоростью.

Три года назад исследователи одновременно из нескольких научных групп наткнулись на важный эффект: в наночастицах кремния были обнаружены сильные резонансы в видимой области спектра, так называемые магнитные дипольные резонансы. Наночастицы удалось изготовить в Австралийском национальном университете методом электронно-лучевой литографии с последующим плазменным травлением. Полученные образцы были направлены в Москву, и все последующие эксперименты с ними проводились на физическом факультете МГУ.

В конечном итоге исследователями был получен прибор, представляющий собой диск диаметром в 250 нанометров, способный переключать оптические импульсы за время, исчисляемое фемтосекундами. Такое время срабатывания позволяет в перспективе создавать устройства передачи и обработки информации на скоростях в десятки и сотни терабит в секунду. Работа фотонного переключателя сводится к отправке на него двух лазерных импульсов, которые, благодаря наличию у кремниевых наночастиц магнитных резонансов, очень хорошо друг с другом взаимодействуют. Если эти импульсы приходят одновременно, то один них, управляющий, вступает во взаимодействие со вторым и гасит его за счет эффекта двухфотонного поглощения. Если же импульсы приходят с разрывом во времени всего в сто фемтосекунд, взаимодействия не происходит, и второй импульс проходит через наноструктуру, не изменяясь.

2. Разработка технологии получения биодеградируемого материала на базе вторичного полимерного сырья путем введения нанонаполнителя с нанесенным на его поверхность активатором разложения проведена на факультете фундаментальной физико-химической инженерии

В рамках этого исследования улучшена разработанная в рамках проекта технология получения в лабораторных условиях нанонаполнителя, придающего вторичному полимерному сырью способность к биодеградации и представляющего собой порошок бентонитовой глины с поверхностью, модифицированной металлоорганическим комплексом.

Введением нанонаполнителя в полимерную матрицу вторичного полиэтилена получен новый материал, чья способность к биодеградации была подтверждена экспериментально.

Проведены испытания нового биодеградируемого материала, выяснено, что полученный материал по механическим характеристикам не уступает распространенным небиодеградируемым аналогам.

3. Создана и опубликована новая тектоническая модель Арктики (Геологический факультет МГУ, руководитель Никишин А.М.)

4. В 2015г. открыто 15 новых минералов. Это – выдающийся результат, расширяющий научные представления о формах концентрации химических элементов в природе. (Премия им. Е.С. Федорова 2015 г.)

5. Метод исследования около- и сверхкритических состояний металлов.

В Международном учебно-научном лазерном центре МГУ впервые разработан метод исследования около- и сверхкритических состояний металлов, индуцированных лазерным импульсом. Впервые реализованы одновременные измерения критических параметров для давлений до десяти тысяч атмосфер и температур до десяти тысяч градусов, измерены критические параметры алюминия. Исследования проводятся на лабораторной установке настольной размерности.

Полученные результаты и разработанная методика послужат основой новых технологических процессов с использованием наноматериалов и аддитивных технологий, позволят повысить качество и стабильность параметров продукции при лазерной обработке металлов. Получение новых экспериментальных данных о

критических точках металлов позволит повысить надежность напряженных конструкций в энергетике, в том числе ядерной.

6. Наножук – ученый биофака нашел самого маленького жука в мире Заведующий кафедрой энтомологии биологического факультета, лауреат Президента Российской Федерации в области науки и инноваций для молодых учёных за 2013 год Алексей Полилов продолжает работу по изучению мельчайших многоклеточных организмов. В текущем году в журнале Zookeys им была опубликована работа, посвященная уточнению размеров самого маленького известного свободноживущего (непаразитического) насекомого в мире – жука Scydosella musawasensis. Полилову не только удалось совершить вторую в истории находку (Колумбия, январь 2015 г.) представителя этого вида (первая находка – Никарагуа, 1955 г.), но и расширить его описание, в том числе дать точные размеры тела насекомого. Теперь известно, что его длина составляет 325 микрометров (размер одноклеточной амебы – около 800 микрометров!). Работа привлекла внимание не только ученого сообщества, но и прессы всего мира. Новости о публикации Полилова вышли в СМИ более чем на 15 языках, включая такие крупные мировые издания, как немецкий «Шпигель» (Der Spiegel) и итальянская Коррьере делла Сера (Correre della Sera).

7. Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Лаборатория комплексного изучения Арктики (при поддержке РНФ)

Выявлены «социально-важные» климатические показатели Арктической зоны Российской Федерации, определены существующие взаимосвязи между параметрами природной среды и возможностями хозяйственного освоения используемых в настоящее время и планируемых к освоению территорий.

Составлена серия карт распространения современных экзогенных процессов на ключевых участках арктического побережья (1:100000-1:200000), отражающих их влияние на очертания и облик побережий. Определены основные ареалы воздействия этих процессов и установлены их механизмы и сравнительная интенсивность.

Сибирский федеральный университет

1. Геномные исследования основных бореальных лесообразующих хвойных видов и их наиболее опасных патогенов в Российской Федерации. Институт фундаментальной биологии и биотехнологий СФУ.

Научный руководитель: Крутовский К.В.

Создана Лаборатория лесной геномики мирового уровня, в задачи которой входят как фундаментальные исследования в области геномики и биоинформатики различных живых организмов, так и прикладные инновационные исследования по созданию биопрепаратов для санитарной обработки леса.

Расширены вычислительные возможности суперкомпьютерного центра СФУ, что позволило ученым Сибирского федерального университета и научных институтов СО РАН решать задачи, требующие значительных вычислительных мощностей.

Подготовлены специалисты высокой квалификации в области геномных технологий и биоинформатической обработки данных (преимущественно молодые ученые).

Разработаны и внедрены в лесную отрасль молекулярно-генетические методы контроля происхождения древесины и фитосанитарного состояния лесов.

Получены данные по геномам важнейших древесных видов бореальных лесов, что заложит основу для развития в России методов геномной селекции.

Одной из ближайших важнейших задач, решению которой геномные исследования могут существенно помочь, является создание популяционно-генетических баз данных изменчивости высокоинформативных молекулярно-генетических маркёров в популяциях основных лесообразующих пород России.

2. Портативная биолюминесцентная экспресс-лаборатория для экологического и медицинского мониторинга токсичности. (Проект выполнен в рамках постановления Правительства РФ № 220).

Авторы: Кратасюк В.А., Есимбекова Е.Н., Денисов И.А. и др.

Портативная биолюминесцентная экспресс-лаборатория состоит из прибора-биолюминометра «LumiShot», многокомпонентного иммобилизованного реагента «Энзимолюм» и набора методик для измерения токсичности среды для медицинских, экологических и промышленных применений. Предназначение – оценка загрязнения воды, воздуха и почвы, оценка токсичности наноматериалов и материалов медицинского назначения, пищевых добавок, оценка степени тяжести эндотоксикоза и влияния стрессовых нагрузок на спортсменов.

Разработан новый практикум для университетов и школ. В состав реагента «Энзимолюм» входят ферменты (NADH: FMN-оксидоредуктаза, люцифераза и др.) и их субстраты, иммобилизованные в крахмальный или желатиновый гели.

Лаборатория позволяет интегрально детектировать широкий круг вредных веществ и быстро сигнализировать о химико-биологической опасности. Преимущества состоят в экспрессности (время анализа 3-5 минут), высокой чувствительности и точности измерений, простоте измерительной процедуры, стабильности и безопасности используемых реагентов.

Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта

1. Результаты в области исследований по моделированию нелинейных процессов.

Руководитель направления: Кшевецкий СП.

Основным направлением фундаментальных исследований является создание математических методов и интеллектуальных компьютерных технологий для разработки численных моделей нелинейных процессов в атмосфере, океане и ближнем космосе. Суть исследований: специальная интеллектуальная компьютерная программа-робот анализирует уравнения математической модели, строит численные методы для решения уравнений гидродинамического типа, с доказательством необходимых математических теорем сходимости, и сама создает код вычислительных программ, с оптимизацией кода и распараллеливанием вычислений.

Прогноз развития направления: интеллектуальные компьютерные технологии разработки математических методов и компьютерных программ полностью вытеснят традиционные методы разработки (исключительно руками и головой), поскольку традиционные технологии безоговорочно проигрывают.

Основным направлением прикладных исследований являются: математическое моделирование и исследование нелинейных процессов в атмосфере, океане, в ближнем космосе, в плазме.

К основным результатам исследований по данной тематике следует отнести:

компьютерные программы для математического моделирования, используемые многими научными центрами (Институт физики атмосферы РАН, Институт земного магнетизма и распространения радиоволн РАН, Объединенный институт ядерных исследований МГУ, кафедра физики атмосферы Санкт-Петербургского университета, Санкт-Петербургское отделение института океанологии РАН);

две компьютерные программы имеют свидетельства о госрегистрации.

2. Динамические процессы, протекающие в тропосфере, в верхней атмосфере и в ионосфере Земли.

Авторы: Кшевецкий С.П., Карпов И.В., Бессараб Ф.С.

Предложена и реализована процедура выделения характеристик планетарных волн из численных расчётов по модели ГСМ ТИП (глобальная самосогласованная

модель термосферы, ионосферы и протоносферы), основанная на методах гармонического анализа.

В качестве источника возмущений верхней атмосферы рассматриваются внутренние гравитационные волны, возбуждаемые в мезосфере над областью стратосферных возмущений в высоких широтах и учитываемых в модели в виде вариаций параметров на нижней границе (80км).

Анализ результатов расчётов показал, что такой источник возмущений термосферы приводит к глобальным возмущениям характеристик планетарных волн с s=2 в нижней термосфере и с s=1 в верхней атмосфере высоких широт.

Эти результаты позволяют оценить вклад возмущений планетарных волн в ионосферные эффекты ВСП (внезапных стратосферных потеплений).

Рассмотрен новый канал возмущения приливов в термосфере, обусловленный источником внутренних гравитационных волн на нижней границе модели ГСМ ТИП над областью стратосферных возмущений. Результаты численного эксперимента показали, что структура приливных вариаций претерпевает заметные изменения на высотах 150-180 км. При этом наибольшие возмущения отмечаются для суточных приливных волн.

Дальневосточный федеральный университет.

1. Метод исследования поведения многолистных функций, работающий в тех случаях, когда применение ранее известных методов затруднительно.

Авторы: Дубинин В.Н., Прилепкина Е.Г., Калмыков СИ.

В рамках выполнения проекта «Емкости конденсаторов и геометрические свойства голоморфных функций», выполняемого на базе ДВФУ сотрудниками кафедры алгебры, геометрии и анализа, получены следующие результаты:

дано упрощенное определение новой версии круговой симметризации, предложенной ранее В.Н. Дубининым, для решения экстремальных задач геометрической теории функций;

доказано, что при такой симметризации не возрастает конформная емкость конденсаторов, расположенных на римановых поверхностях и установлены все случаи равенства.

В качестве приложения принципа симметризации получен аналог теоремы Кебе-Бибербаха для голоморфных p-листных в круге функций с нормировкой Монтеля. Доказаны новые теоремы искажения для p-листных в среднем по окружности функций, которые усиливают либо уточняют классические утверждения Хеймана и Дженкинса.

Установлена точная константа в известном неравенстве C.J. Bishop, L. Carleson, B. Garnett, P.W.Jones для гармонических мер относительно двух неналегающих областей. Данное неравенство распространено на случай произвольного числа областей, а также для гармонических мер множеств, сосредоточенных в нескольких кругах либо континуумах с заданным поведением логарифмической емкости. Получена верхняя граница суммы производных Шварца голоморфной функции в двух граничных точек, зависящая от покрытия этой функцией заданного семейства дуг окружностей.

Доказаны теоремы об экстремальном разбиении на плоскости и в пространстве большего числа измерений. На евклидово пространство большего числа измерений распространены принципы композиции для приведенных модулей. Установлены новые свойства дельта нейтральной функции Фокса. Для функций Фокса и Мейера получены новые интегральные уравнения и условия неотрицательности.

Найдены условия на параметры, гарантирующие логарифмическую вполне монотонность отношения гамма функций. Методами теории потенциала доказаны асимптотически точные оценки производной тригонометрического многочлена в окрестности концевой точки компакта на вещественной оси, и производной алгебраического многочлена в окрестности концевой точки компакта на окружности.

2. Общая имитационная модель формирования воздействий дрейфующего ледяного покрова на инженерные сооружения шельфа.

Авторы: Беккер А.Т., Уварова Т.Э., Сабодаш О.А., Помников Е.Е., Ким Л.В.

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.

Результаты исследований могут быть использованы для проведения анализа уровня безопасности и надежности объектов шельфа, подверженных воздействию ледяных образований с экстремальными сочетаниями параметров, для совершенствования и уточнения положений нормативных документов по проектированию подводных и надводных объектов шельфа. Всего опубликовано: 14 статей, 1 монография и один патент от 22.05.2014 г. № 2523057.

Казанский (Приволжский) федеральный университет

1. Метод получения модифицированного оксидами кремния и кобальта микросферического алюмохромового катализатора дегидрирования низших парафинов.

Авторы: Ламберов А.А., Егорова С.Р., Бекмухамедов Г.Э., Курбангалеева А.З., Катаев А.Н., Ермолаев Р.В., Мухамедьярова А.Н.

Предложенный метод позволяет повысить выход изобутилена в реакции дегидрирования изобутана. Комплексом физико-химических методов исследования (дифракция рентгеновских лучей, низкотемпературная адсорбция азота, УФ-Вид-спектроскопия диффузного отражения, Раман-, ЯМР- и ЭПР-спектроскопия, ТПД аммиака) изучены кристаллическая и пористая структура, а также состояние активного компонента модифицированных оксидами кремния и кобальта микросферических алюмохромовых катализаторов, исходных и подвергнутых высокотемпературной обработке при 800-1100°С.

Закрепление кислородных соединений кремния обуславливает увеличение поверхностной концентрации активных в дегидрировании парафинов кластеров Cr2O3, а также поверхностных полихроматов, увеличивается поверхностная кислотность за счет формирования льюисовских и бренстедовских кислотных центров средней силы, исчезновение сильных кислотных центров в результате уменьшения количества атомов алюминия в тетераэдрических вакансиях, являющихся сильными льюисовскими кислотными центрами. Содержащий оксид кремния алюмохромовый катализатор более устойчив в условиях обработки при 1100°С.

Основные публикации: Заявка на патент «Катализатор дегидрирования С4-С5 парафиновых углеводородов» от авторов Ламберов А.А, Егорова С.Р., Бекмухамедов Г.Э. Совместно с ОАО «Нижнекамскнефтехим» подготовлена промышленная площадка для строительства производства катализатора.

2. Аптасенсоры на микотоксины на основе наноразмерных медиаторов электронного переноса.

Авторы: Порфирьева А.В., Степанова В.Б., Евтюгин Г.А.

Аптасенсоры предназначены для определения охратоксина А и микотоксина В1 в воде и продуктах питания на субнаномолярном уровне содержаний. Разработаны аптасенсоры с вольтамперометрической и импедиметрической регистрацией сигнала для определения остаточных количеств микотоксинов в водных растворах, меде, пиве и других напитках по их взаимодействию с аптамерами в составе сенсорного слоя.

Уменьшение регистрируемого тока и увеличение сопротивления переноса заряда обусловлены образованием комплекса аптамер – микотоксин в пределах слоя

биосенсора с подавлением электронного обмена с участием медиаторов электронного переноса.

Для повышения чувствительности определения микотоксинов предложено использовать в качестве их носителей поликарбоксилированные производные тиакаликсарена с пришитыми посредством карбодиимидного связывания феназиновыми красителями (нейтральный красный и тионин). Установлена зависимость эффективности определения аналитов от строения медиатора, способа его включения в состав поверхностного слоя, условий карбодиимидной сшивки и количеств медиатора в слое.

Предложен протокол упрощенной пробоподготовки для определения микотоксинов в пиве, вине, меде, арахисе. Способ не требует использования дополнительного концентрирования, отделения органического экстракта и испарения растворителя и обеспечивает открытие микотоксинов на уровне 85-100%.

Основные публикации: Объект авторского права. Разработаны лабораторные модели амперометрических биосенсоров, установлены рабочие условия изготовления поверхностного слоя и измерения сигнала. Проведена предварительная подготовка к метрологической аттестации.

Северо-Кавказский федеральный университет».

1. Гидроксамовые кислоты индольного ряда – новые перспективы в химиотерапии рака.

Руководитель: Аксенов А.В.

Многие виды опухолей, в том числе глиомы, меланомы, немелкоклеточного рака легкого, пищевода, рака головы и шеи, в частности, по своей природе устойчивы к индукции апоптоза и плохо реагируют на современную терапию, которая на этом основана. Кроме того, опухоли часто развивают устойчивость к воздействию многих химиотерапевтических агентов. Таким образом, необходимо искать новые средства для химиотерапии, которые способны преодолеть механизмы сопротивления опухолей. Определено, что 2-арил-2- (3-индолил) ацетогидроксамовые кислоты (AKS 7) активны в отношении таких клеток, включая стволовые клетки глиобластомы мозга. Принципиальным отличием является возможность вызывать обратную дифференциацию и, таким образом, регенерировать пораженные ткани мозга.

Следует отметить низкую токсичность 2-арил-2- (3-индолил) ацетогидроксамовых кислот. Поэтому полученные соединения являются новым химическим скайфолдом для поиска высокоэффективных клинических препаратов против рака. Был разработан ряд эффективных способов получения таких веществ, используя принципиально новый подход – использование «умных» реакционных сред. Этот подход позволяет осуществить синтез этих соединений из дешевых коммерчески доступных соединений. Было показано, что методология «умных» реакционных сред эффективна в синтезе иных природных соединений.

Результаты исследования опубликованы в 17 статьях, индексируемых в Scopus и Web of Science, значительная часть которых с импакт-фактором выше 3.

2. Эффекты взаимодействия магнитных коллоидных наносистем и композиционных сред на их основе с магнитным и электрическим полями.

Руководитель: Диканский Ю.И.

Изучены гидродинамические течения и неустойчивости магнитных жидкостей на микроуровне. Исследованы процессы динамики формы, развития неустойчивости и распада микрокапель магнитных жидкостей при воздействии стационарных и переменных магнитных полей, а также при совместном действии стационарных и вращающихся магнитных полей и электрических полей.

Полученные результаты могут найти применение, например, при разработке микрофлюдных устройств, в которых необходимо управление и манипуляция малыми

объемами вещества. Микрофлюидика – это междисциплинарная область науки и техники на стыке физики, химии, биологии и нанотехнологий, объединяемых проблемами управления, контроля и манипулирования малыми объемами жидкости от микролитров до пиколитров. Также были исследованы закономерности процессов движения магнитной жидкости в пористой среде. Результаты данных исследований могут быть применены для разработки методов анализа пористых материалов природного и искусственного происхождения.

Исследованы магнитные коллоидные наносистемы, содержащие хорошо развитую систему агрегатов с отличным от нуля (в отсутствии внешнего магнитного поля) магнитным моментом. При этом были обнаружены явления и закономерности, которые не наблюдались ранее. Проведенные исследования показали, что при воздействии внешних магнитных полей различной конфигурации на такую систему наблюдаются процессы структурной организации. Возникающее при этом структурное упорядочение зависит от параметров и ориентации приложенных магнитных полей и объемной концентрации намагниченных агрегатов.

Таким образом, магнитный коллоид с намагниченными агрегатами можно рассматривать как модельную среду для моделирования и проектирования новых композиционных материалов, структурой и свойствами которых можно управлять с помощью внешних полей. Наиболее значимые публикации: Web of Science (4), Scopus(2), ВАК и РИНЦ(11).

3. Получение перспективных материалов и структур на их основе для изделий оптоэлектроники.

Руководитель Валюхов Д.П.

Разработан низкотемпературный способ выращивания кристаллических пленок нитрида алюминия на подложках кремния и лейкосапфира методом атомно-слоевого осаждения. Проведены исследования оптических и химических свойств пленок, выращенных при различных длительностях осаждения и определены условия синтеза гетероэпитаксиальных пленок (AlN).

Проведены исследования свойств экспериментальных образцов полупроводниковых тонкопленочных материалов с квантовыми точками. Использование перспективной ионно-лучевой технологии позволит расширить возможности полупроводниковых приборов. Разработан способ получения оптических отражающих покрытий, который может быть положен в основу создания нового типа резонаторов для лазеров.

Показано, что отражение и пропускание пленок, синтезированных фотонных кристаллов, определяется их структурными особенностями и оптическими свойствами материала микросфер. Разработанные способы являются научно-техническим заделом и позволят создать приборы нового поколения для нужд опто-, микро- и наноэлектроники.

Результаты исследования опубликованы в статьях, индексируемых в Scopus (2) и Web of Science (1).

4. Нейроматематика, модулярные нейрокомпьютеры и высокопроизводительные вычисления.

Руководитель Червяков Н.И.

Разрабатывается система защиты информации в облачных хранилищах с использованием схем разделения секрета. Разрабатывается нейросетевая концепция активной безопасности на эллиптических кривых в системе остаточных классов (СОК). Разрабатываются системы и методы фильтрации изображений, распознавания изображений и непрерывной речи.

Реализуются аппаратные методы выполнения проблемных операций в системе остаточных классов. Ведется разработка отечественных аппаратных решений, математических моделей и компьютерных алгоритмов по цифровой обработке

сигналов, работающих в разы быстрее, по сравнению с традиционными аналогами (без использования СОК), в том числе и зарубежных.

Созданные аппаратные решения, математические модели и методы не имеют действующих аналогов со сравнимой функциональностью.

Работы ведутся в соответствии со списком приоритетных направлений и критических технологий Российской Федерации, что способствует импортозамещению в области электроники и вычислительной техники.

Результаты исследования опубликованы в статьях, индексируемых в Scopus (5), РИНЦ (5), монография (1), ПЭВМ (4), ВАК(6). Патент на изобретение № 2559772, Патент на изобретение № 2559771.

Северный арктический федеральный университет имени М.В. Ломоносова.

1. Проведены фундаментальные гидрохимические исследования в морях Северного ледовитого океана, выполненные в рамках научно-исследовательских экспедиций «Арктический плавучий университет» в 2012-2014 годах. 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.

2. Проведена оценка экологической составляющей ракетно-космической деятельности космодрома «Плесецк». В результате многолетнего мониторинга районов падения отделяющихся частей ракет-носителей установлено местонахождение фрагментов ракет, определено загрязнение объектов окружающей среды тяжелыми металлами, связанное с миграцией элементов из материалов фрагментов отделяющихся частей ракетоносителей в поверхностные воды, растительность и почву, характер загрязнения токсичными компонентами ракетных топлив; определена концентрация нессиметричного диметилгидразина и содержание его в грунтовых водах, почве и объектах флоры, что указывает на миграцию токсикантов в местах падения отделяющихся частей ракет. Разработаны методики определения концентраций несимметричного диметилгидразина и продуктов его трансформации.

3. Разработаны методологические принципы оценки энергетического состояния сырья для получения строительных нанокомпозитов. Получены новые знания об энергетических характеристиках поверхности наноразмерных строительных материалов, разработан алгоритм расчета этих характеристик на примере модельных образцов различных горных пород, создана база данных экспериментальных значений свободной поверхностной энергии различных горных пород.

4. В ходе осуществления Комплексной научно-образовательной экспедиции «Арктический плавучий университет» в июле 2015 г. в морях Западной части Северного Ледовитого океана на исследовательском судне «Профессор Молчанов» группой ученых САФУ и Института географии РАН под руководством заведующего лабораторией географии и эволюции почв д.г.н. Горячкина С.В. на архипелаге Новая Земля были впервые обнаружены эндолитные почвы, аналогичные найденным ранее в Антарктиде.

В результате апробации классификации и диагностики почв России при исследовании почв тундр и высокоширотных областей было выявлено, что для более полного соответствия требуется внести в классификацию почв ряд изменений и дополнений, которые и были сформулированы. По результатам исследований опубликована одна статья и серия публикаций в настоящее время находится в печати.

Уральский федеральный университет.

1. Новый спектрометр электронного парамагнитного резонанса.

Авторы: А.И. Рокеах, М.Ю. Артемов.

Разработан портативный автоматизированный спектрометр электронного парамагнитного резонанса (ЭПР), который предназначен для использования в промышленности, физике, химии, биологии, материаловедении, медицине, контроле окружающей среды, контроле безопасности продуктов питания и косметических средств, археологии, криминалистике и многих других отраслях человеческой деятельности.

Спектрометр допускает использование в режиме 24 часа в сутки, 7 дней в неделю, не требует специального оборудования лабораторий и высокой квалификации лабораторного персонала. Небольшие габариты, масса и энергопотребление позволяют использовать спектрометр как обычный настольный прибор в стационарных и мобильных лабораториях. Управление спектрометром через компьютер позволяет, при необходимости, размещать спектрометр на расстоянии от оператора, в том числе, в условиях, неблагоприятных или опасных для нахождения в них человека.

Положенный в основу спектрометра инновационный принцип когерентной супергетеродинной регистрации сигнала ЭПР позволил реализовать недоступный стандартным спектрометрам ЭПР режим регистрации спектра ЭПР без применения модуляции резонансных условий, использование которого расширяет возможность исследования парамагнитных центров как с крайне узкими, так и с аномально широкими спектральными линиями.

Спектрометр позволяет регистрировать спектры ЭПР с модуляцией магнитного поля и без нее, исследовать быстропротекающие процесс. Он прост в эксплуатации, надежен, имеет малые габариты, массу и энергопотребление. Принципы и конструкция ЭПР-спектрометра защищены: патенты на полезную модель №136578 (2014 год) и №152736 (2015 год), патент на изобретение №2548293 (2015 год).

2. Фигурационная модель модернизационного развития России.

Руководители: М.-П. Рей (профессор университета Париж-I Пантеон-Сорбонна), Д.А. Редин.

Модель описывает исторические закономерности функционирования социальной элиты в различных социальных ролях – инициатора, автора и проводника в процессе диффузии инноваций – как иерархического множества, объединяющего несколько порядков элит и отражающего иерархическую структуру общества.

На основании изучения конкретно-исторических примеров диффузии инноваций в России XVIII – начала XX вв. по 6 направлениям («Идентичности и социально-политическая рефлексия», «Профессиональные сообщества в науке и образовании», «Секуляризм и религия», «Европейское в повседневности», «Управленческие практики», «Технология и производство») сформирована научная типология трех видов инновационного трансфера: «имитационный», «узковнедренческий» и «реформаторский». Выдвинута концепция угасания диффузионных волн, объясняющая причины невозможности превращения новшеств в инновации в среде элит низшего порядка, а также в неэлитарной среде.

Материалы исследования представлены в статьях, монографиях и зарегистрированных объектах интеллектуальной собственности (базы данных).

3. Регистрация радиолиний метанола в источнике IRAS 19312+1950: новый тип метанольных мазеров.

Авторы: А.М. Соболев, J. Nakashima, С.В. Салий, ученые Японии и Китая.

В ходе наблюдений радиолиний метанола на длинах волн 3, 7 и 13 мм в направлении на источник IRAS 19312+1950 были зарегистрированы мазерные линии метанола I класса. Это является первой регистрацией мазерного излучения метанола в окрестностях звезды, находящейся на поздней стадии эволюции.

Таким образом, обнаружен новый тип метанольных мазеров. Мазерное излучение, вероятно, порождается ударной волной, возникающей в результате взаимодействия протяженной оболочки проэволюционировавшей звезды с окружающим её газом межзвездного молекулярного облака. Кроме двух мазерных линий были уверенно зарегистрированы четыре тепловых линии метанола.

Моделирование интенсивностей линий исключает возможность того, что излучение метанола образуется в сферически расширяющимся истечении. Излучение в мазерных линиях метанола широко используется для поиска уникальных астрофизических объектов, идентификации их типа и эволюционной стадии, исследования кинематики и физических условий в космических объектах. Обнаружение нового типа метанольных мазеров имеет важное значение для астрофизики.

Южный федеральный университет.

1. Разработка и исследование технологии создания ресурсонезависимого прикладного программного обеспечения высокопроизводительных вычислительных систем.

Руководитель проекта – чл.-к. РАН Каляев И.А.

Новая технология создания ресурсонезависимого прикладного программного обеспечения высокопроизводительных вычислительных систем гибридного типа была разработана коллективом ученых университета.

Гибридная вычислительная система (ГВС) – вычислительная система, использующая для решения пользовательских задач разнородные по архитектуре вычислительные ресурсы (микропроцессоры, графические ускорители, программируемые логические интегральные схемы , специализированные процессоры и т.д.). Преимущества: высокая реальная производительность на широком классе задач, возможность адаптации конфигурации системы под структуру решаемой задачи. Недостатки: длительное время и большая сложность программирования и перепрограммирования системы под различные пользовательские задачи.

Преимущества предложенной технологии:

- единое языковое пространство для программирования всех частей ГВС.
- автоматическая синхронизация информационных потоков вычислительной структуры.
- ресурсонезависимое программирование – при изменении конфигурации ГВС прикладные программы только перетранслируются.
- прикладные программы могут портироваться на различные архитектуры и конфигурации вычислительной системы;
- сокращение времени программирования и отладки до 1-3 месяцев.

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

1. Анализ и классификации транспортных сетей и стандартов мобильности в странах и городах мира (Институт экономики транспорта и транспортной политики НИУ ВШЭ).

Авторы: М.Я. Блинкин, Е.Ю. Мулеев, Е.О. Кончева, П.В. Зюзин, Н.В. Залесский, К.Ю. Трофименко.

Сформировано наглядное представление развития дорожных сетей по параметрам плотности в расчете на площадь территории и на численности населения с последующей кластеризацией по характерным значениям коэффициента Энгеля[7].

[7] Коэффициент Энгеля – общепринятый интегральный показатель плотности транспортных сетей, в рамках которого в определенной степени нивелируется факт наличия необжитых территорий.

Предложена типология городов мира по параметрам численности населения, площади застроенной территории, плотности населения на застроенной территории города (d, жителей на 1 га), доли территории, приходящаяся на улично-дорожную сеть (ε), количества автомобилей на 1000 жителей (m, единиц на 1000 жителей). В итоге определяется интегральный показатель: количество квадратных метров дорог и улиц, приходящееся на 1 автомобиль:

$$s_v = 10^7 * \frac{\varepsilon}{d*m}$$

Указанные параметры (сведенные в интегральный показатель Sv) определяют типы транспортной политики (северо-американский при Sv ≈150-200, западно-европейский при Sv ≈ 100, азиатский при Sv менее 80), которые различаются, в первую очередь, по уровню жесткости мер, регулирующих владение и использование автомобиля в городе.

Вывод для российских условий вытекает из того факта, что в Москве на 1 автомобиль приходится менее 30 кв. метров асфальта, в прочих российских городах – порядка 25-40 кв. метров. Решения этой проблемы на путях активного дорожного строительства не существует физически. Применение самых «непопулярных» мер из современной мировой, прежде всего, азиатской практики, здесь неизбежно.

Программа мониторинга транспортного поведения, реализованная в 2014 году, позволила выявить объективные признаки сходства и типологические отличия транспортного поведения в России от типичных паттернов, наблюдавшихся в мировой практике. В результате, в частности, были выяснены границы применимости «непопулярных» мер регулирования транспортного поведения.

На основе данных мониторинга удалось разработать инструменты управления комплексом регионального общественного транспорта. С использованием принятых в мировой практике инструментов, позволяющих интегрировать основные виды транспорта (автобусный и железнодорожный) выявлены возможности повышения эффективности их использования.

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет).

1. Физико-математические модели, описывающие термодинамически неравновесные течения многоатомных газов с учетом энергии внутренних степеней свободы молекул.

Руководитель: академик РАН Рыжов Ю.А.

Разработанные модели отличаются меньшим числом уравнений системы и в них устранены известные недостатки моментного метода Трэда: большая степень неравновесности течений за счет использования приближения для функции распределения более общего вида, всегда положительная на хвостах функция распределения. Достоверность моделей подтверждена многочисленными численными исследованиями на примере решения задач о структуре одномерной ударной волны, течении Куэтта, об обтекании цилиндра поперечным дозвуковым потоком, о теплопередаче через плоский слой газа.

Разработана модель коэффициента сдвиговой вязкости, учитывающая зависимость этого коэффициента от степени неравновесности газа. Выполнено численное исследование гиперзвукового обтекания острой кромки на основе модели Навье-Стокса-Фурье и разработанной двухтемпературной модели для описания течений многоатомных газов.

При применении двухтемпературной модели получено значительное улучшение в определении положения фронта головной ударной волны в непосредственной близости от кромки и на периферии волны. Разработаны граничные условия для обтекания твердой поверхности потоком газа. Получены зависимости скорости

скольжения и скачка температуры, не зависящие явным образом от степени неравновесности течения.

Разработанные модели применены при выполнении прикладных работ в области гиперзвукового движения. При моделировании течения внутри воздухозаборного устройства перспективного гиперзвукового прямоточного воздушно-реактивного двигателя выявлены проблемы применимости современных математических моделей турбулентности, приводящие к неадекватности получаемых на их основании результатов, была предложена исключающая эту неадекватность новая гипотеза о внутренней структуре турбулентности.

Полученные результаты фундаментальных и прикладных исследований позволяют существенно повысить качество проектирования перспективных объектов авиационной техники.

2. Комплекс математических моделей несущих и движительных систем винтокрылых летательных аппаратов.

Руководители: академик РАН Тищенко М.Н., академик РАН Михеев С.В.

Разработан комплекс математических моделей несущих и движительных систем винтокрылых летательных аппаратов вертикального взлета и посадки различных схем, включающий в себя:

- линейные математические модели винта на базе дисковых и лопастных вихревых теорий, позволяющих рассчитывать аэродинамические характеристики воздушных винтов летательных аппаратов на различных режимах работы, характерных для самолетов, вертолетов, винтокрылов и преобразуемых летательных аппаратов с поворотными винтами;
- нелинейные нестационарные математические модели изолированных несущих и рулевых винтов, а также их комбинаций, на различных режимах работы, включая режимы «вихревого кольца», пригодные для исследования задач динамики винтокрылых аппаратов на неустановившихся режимах.

Разработанные математические модели реализованы в виде пакетов прикладных программ на различных алгоритмических языках, использующиеся в авиастроительной отрасли при формировании аэродинамических и летно-технических характеристик перспективных летательных аппаратов классических и нетрадиционных схем.

3. Теория и методология прогнозирования теплофизических и радиационных свойств высокопористых материалов.

Руководитель: чл.-к. РАН Алифанов О.М.

Разработана теория и методология прогнозирования теплофизических и радиационных свойств высокопористых материалов. Созданы методы теоретико-экспериментального исследования теплофизических и спектральных радиационных свойств сверхлегких термостойких материалов.

Создан комплекс эффективных методов ипрограмм расчета процессов радиационного переноса в высокопористых теплозащитных материалах. Проведено расчетно-экспериментальное исследование новых сверхлегких высокотемпературных материалов и элементов теплозащиты на их основе для космических и аэрокосмических аппаратов.

Полученные результаты фундаментальных и прикладных исследований позволят повысить эффективность и надежность тепловой защиты и сократить сроки подготовки исходных данных для теплового проектирования перспективных, в первую очередь высокоскоростных (гиперзвуковых) летательных аппаратов.

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

1. Технология комплексной обработки больших массивов данных сейсморазведки и дистанционного зондирования земли.

Руководитель проекта: д.т.н. Димитриенко Ю.И.

Данная работа ведётся по заказу ОАО «Газпром». В университетском научно-образовательном центре «Суперкомпьютерное инженерное моделирование и разработка программных комплексов» разрабатывается методика комплексирования методов сейсмо- и радиолокационной разведки на основе моделирования напряженно-деформированного состояния геологических структур.

Основной результат выполнения НИР – повышение результативности геологоразведочных работ и эффективности строительства поисково-разведочных скважин.

Впервые в России на основе параллельных вычислений и вычислительных модулей для суперкомпьютеров будут созданы отечественное программное обеспечение для расчета математических моделей состояния углеводородных структур.

Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского

1. Терагерцовый анализатор газовых смесей (ТАГС) на основе туннельных наноструктур для медицинской диагностики и систем безопасности.

Авторы: В.Л. Вакс, Е.Г. Домрачева, М.Б. Черняева, А.А. Митраков, Л.С. Ревин, А.А. Яблоков, Г.А. Соегова

Разработана концепция и реализовано семейство ТАГС на основе наноструктурированных устройств. Анализаторы позволяют исследовать состав многокомпонентных газовых смесей, актуальных для медицинской диагностики и систем безопасности, с чувствительностью, близкой к теоретическому пределу.

В основу работы ТАГС положен эффект свободно затухающей поляризации, реализованный в двух режимах: фазовой манипуляции воздействующего на исследуемое вещество излучения и в режиме быстрого свипирования по частоте. При создании ТАГС использованы уникальные наноструктурированные устройства: детекторы, умножители частоты и смесители на квантовых полупроводниковых сверхрешетках, квантовые каскадные лазеры, сверхпроводниковый интегральный приёмник и болометр на горячих электронах.

Семейство ТАГС обладает высокими чувствительностью и спектральным разрешением, низким энергопотреблением и используется для неинвазивной медицинской диагностики и контроля лечения социально-значимых эндокринных и онкологических заболеваний, а также исследования метаболомического профиля пациента по анализу содержания веществ-маркеров в выдыхаемом воздухе, выявления жизнеспособности трасплантатов. Кроме того, обнаружены «запахи» многих взрывчатых веществ, позволяющие производить их однозначную идентификацию.

2. Новые агенты для диагностики и лечения онкологических заболеваний: развитие тераностического подхода

Авторы: Звягин А.В., Деев С.М., Воденеев В.А., Балалаева И.В., Клапшина Л.Г., Шилягина Н.Ю., Соколова Е.А.

Создан ряд мультифункциональных противоопухолевых агентов, сочетающих диагностические и терапевтические свойства, при разработке которых использован модульный подход.

В рамках развития терностического подхода созданы агенты, включающие различные функциональные модули – направляющий, диагностический и терапевтический. Направленность достигнута включением в состав агентов разработанных совместно с институтом биоорганической химии (ИБХ) РАН белков, специфически взаимодействующих с онкомаркерами.

Фотолюминесцентный модуль представлен антистоксовыми нанофосфо́рами или другими компонентами, терапевтический модуль позволяет реализовать различные типы воздействия на клетки-мишени (фотодинамическая терапия, терапия с использованием белковых токсинов, радионуклидная терапия). Для скрининга потенциальных противоопухолевых препаратов в доклинических исследованиях развивается технология, основанная на использовании мышиных моделей с привитыми флуоресцентными опухолями человека.

3. Радиационно-стойкие терагерцовые диоды и транзисторы.

Авторы***:*** С.В. Оболенский, Д.Г. Павельев, В.А. Козлов, В.Н. Мануилов,
Е.А. Тарасова, А.С. Пузанов, А.С. Хананова, Е.В. Волкова, И.Ю. Забавичев, А.А. Потехин, А.В. Линев, Е.С. Оболенская, А.Н. Качемцев, А.И. Шашкин, А.В. Мурель, А.Г. Фефелов, В.А. Иванов, Г.А. Медведев, Г.С. Смотрин.

Разработаны конструкции радиационно-стойких диодов и транзисторов терагерцового диапазона частот (0.1-10 ТГц) для устройств специального назначения. Созданные методики измерений и суперкомпьютерного моделирования подтверждают результаты испытаний приборов на радиационную стойкость. Начаты работы по внедрению указанных результатов на предприятиях госкорпорации «Росатом».

Для проведения корректного численного моделирования терагерцовых GaN/AlN и GaAs/AlAs диодов и транзисторов необходимо иметь исходные экспериментальные данные, измеренные с высокой точностью. Разработка специальной методики измерений и моделирования статических и высокочастотных параметров приборов на основе метода Монте-Карло позволила объяснить ряд новых эффектов и определить уровень стойкости приборов. Были разработаны специальные методики радиационных испытаний, создано программное обеспечение для обработки их результатов.

Новосибирский государственный университет.

1. Механизмы сохранения стабильности геномов, как фундаментальная основа терапии онкологических заболеваний.

Руководитель: Кузнецов Н.А.

Методом сайт-направленного мутагенеза получены плазмиды для экспрессии мутантных форм 8-оксогуанин-ДНК-гликозилазы человека hOGG1 Asp268Ala, hOGG1 Arg154Ala, hOGG1 Arg204Ala и hOGG1 Gly42Ser. Из линии клеток E. coli Rosetta II, трансформированных плазмидой, содержащей ген белков выделены ферменты hNTH1 и NEIL1 дикого типа и мутантные формы hOGG1 Tyr203Ala, hOGG1 His270Trp, hOGG1 Lys249Asn, hOGG1 Asp268Ala, hOGG1 Arg154Ala, hOGG1 Arg204Ala и hOGG1 Gly42Ser.

Синтезированы и выделены ДНК-субстраты, содержащие поврежденные и неповрежденные нуклеотиды. Методом остановленной струи с регистрацией изменений интенсивности флуоресценции остатков Trp и флуорофоров (2-аминопурин, Cy3/Cy5 FRET) в ДНК получены данные о конформационных перестройках в процессе взаимодействия ферментов дикого типа и их мутантных форм с ДНК-субстратами разной степени специфичности.

Методом прерывания реакции получены данные о скорости накопления продуктов реакции. На основании данных, полученных для мутантных форм 8-оксогуанин-ДНК-гликозилазы hOGG1 H270W, hOGG1 K249Q и hOGG1 Y203A установлена роль этих аминокислотных остатков в процессе узнавания поврежденного основания. На основании совокупности данных о механизмах ДНК-гликозилаз, которые были получены в рамках выполнения проекта в 2014-2015 годах, проведено сравнение особенностей механизмов быстропротекающих стадий узнавания повреждений ДНК-гликозилазами hOGG1, Fpg и Nei, принадлежащих структурным классам HhH и H2tH.

На этих примерах экспериментально показано, что распознавание ДНК-гликозилазами небольших по объему повреждений ДНК происходит путем последовательной компактизации структур белково-нуклеиновых комплексов, необходимой для увеличения числа межмолекулярных контактов.

Изучена конформационная динамика фермента NEIL1 при взаимодействии с ДНК-субстратами. Показано, что фермент претерпевают множественные конформационные превращения в процессе образования фермент-субстратного комплекса. Сравнение данных для дуплексов, несущих различные повреждения, позволило определить константы скорости процесса специфического узнавания и связывания поврежденных участков ДНК, выворачивания поврежденного основания в активный центр фермента.

2. Самоорганизация протонных сгустков высокой энергии в плазме.

Руководитель: Лотов К.В.

Создана база данных, содержащая варианты прохождения протонного пучка через плазму, в области параметров, интересной для эксперимента AWAKE. Созданы скрипты, позволяющие найти варианты с экстремальными значениями выходных параметров.

Исследовано влияние плавного нарастания плотности плазмы на захват электронов в кильватерную волну на примере эксперимента AWAKE. Идентифицированы и объяснены области захвата электронов. В ходе работ найдены оптимальные параметры инжекции электронов для реалистичного профиля плотности и проработана схема «косой» инжекции. Смоделирован новый базовый вариант эксперимента AWAKE.

Исследована самомодуляционная неустойчивость длинного протонного пучка в однородной плазме и в плазме с резким повышением плотности на несколько процентов на линейной стадии неустойчивости. Идентифицированы пять стадий развития неустойчивости, из которых только для одной (линейной) имеется количественно правильная аналитическая теория. Найдены оптимальные параметры скачка плотности плазмы (величина, продольная координата), при которых разрушения сформировавшихся сгустков не происходит.

Найдена зависимость максимальной и установившейся на больших временах амплитуд продольного поля кильватерной волны от параметров пучка. Найдены оптимальные параметры скачка плотности плазмы для эксперимента AWAKE.

Для создания трехмерного кода, описывающего отклик плазмы на пучок заряженных частиц, и последующей интеграции его в программный комплекс LCODE разработаны эффективные алгоритмы с использованием сеточных ядер преобразований, повышающих гладкость описываемых компонент и понижающих самодействие на этапе перехода от Лагранжева описания к Эйлерову. Реализованы модели с VSP, параболическим и D-параболическими ядрами. Для повышения устойчивости алгоритма применен метод предиктор–корректор с использованием схемы Эйлера-Коши, обеспечивающие второй порядок точности.

Квазистатическая модель лазерного импульса с абсолютно устойчивой численной схемой реализована в виде функционального блока программного комплекса LCODE. Разработаны простые поглощающие граничные условия, а также разработан метод пятиточечной комплексной прогонки в качестве полезного инструмента для численного решения уравнений.

Созданы универсальные модули для вычисления плотности с различной формой ядра частицы (B-сплайны первого (PIC-ядро), второго (параболическое ядро), третьего порядков, компактный шаблон в виде функции sin). Аналогичным образом введено сглаживание при аппроксимации сил, действующих на частицу. Проведена серия сравнительных расчетов с разными комбинациями формы ядра частицы и схемы аппроксимации сил. Использование более гладкого ядра позволяет понизить уровень

численных шумов. Найдено количество частиц, требуемое для количественно корректного моделирования пучково-плазменной неустойчивости методом частиц в ячейке.

3. Нелинейные волновые процессы в сложных гидродинамических системах.

Руководитель: Павлов М.В.

Работа по проекту была сосредоточена на решении актуальных гидродинамических задач связанных с описанием пространственно-неоднородных течений жидкости со свободной границей и границами раздела, а также развитием методов интегрирования нелинейных интегро-дифференциальных уравнений и анализом моделей пластичности.

Выведена модель двухслойного течения однородной жидкости со свободной поверхностью. Модель учитывает массообмен жидкости между слоями, дисперсионные эффекты в нижнем слое и сдвиговой характер течения в верхнем слое. Выполнено численное моделирование течений, возникающих при отражении равномерного потока от стенки. Предложенная модель описывает переход от волнового бора к монотонному гидравлическому прыжку при увеличении числа Фруда. Описать такой переход в рамках одной модели удалось впервые.

Предложены две кинематические модели формирования и роста вязких пальцев. Первая учитывает трение между слоями жидкости, во второй учитывается формирование промежуточного слоя смешения. Сравнение с двумерными расчетами показывает, что эта модель позволяет достаточно точно определить скорость роста и толщину вязких пальцев.

Выполнен анализ задачи о распаде произвольного разрыва. Показано наличие новых по сравнению с моделью Коваля конфигураций течения, связанных с изменением концентрации песка и возможностью образования каналов чистой жидкости вследствие развития неустойчивости на фронте вытеснения.

Построена диаграмма возможных режимов совместного течения жидкостей с различной вязкостью с учетом образования нелинейных катящихся волн. Нестационарные численные расчеты развития возмущений показывают, что нарушение устойчивости стационарного течения соответствует критерию развития катящихся волн в длинных каналах, полученному для рассматриваемой системы уравнений.

В рамках проекта исследован вопрос: можно ли воспользоваться знанием свойств точного решения системы уравнений для того, чтобы сделать численные расчёты более эффективными и надёжными. Разработан новый вычислительный алгоритм, опирающийся на свойства решения. В частности, свойства слабой инвариантности и несжимаемости пластического потока подсказывают вид точного решения на одном шаге по времени, а свойство экспоненциальной устойчивости позволяет подавить накопление ошибки. В результате, разработанный алгоритм более эффективен и надёжен, чем классические методы. Метод обобщён на модель, содержащую несколько тензоров микронапряжений, и может быть применён к аналогичным моделям для металлов с памятью формы, пластического вышагивания, ползучести, формативного упрочнения и другим.

4. Создание новой лаборатории "Геодинамика и палеомагнетизм Центральной и Восточной Арктики».

Руководитель: Верниковский В.А.

Получены новые геохронологические и палеомагнитные данные по магматическим и вулканогенно-осадочным породам о. Жаннетты и о. Генриетты (архипелаг Де-Лонга).

Дополненная траектория кажущегося движения полюса Новосибирского террейна обосновывают его медленный северный дрейф до субтропических широт северного полушария с поворотом против часовой стрелки в кембрии – раннем ордовике и обратный южный дрейф к экватору с поворотом по часовой стрелке в

позднем ордовике – силуре. Своеобразная форма траектории кажущегося движения полюса (ТКДП) Новосибирского террейна в сравнении с соответствующими интервалами ТКДП Сибири, Балтики и Лаврентии как потенциальных "материнских" блоков, указывает на собственную индивидуальную тектоническую историю Новосибирского террейна, по крайней мере, в раннем палеозое.

Впервые получены палеомагнитные данные для докембрийско-палеозойского возрастного интервала архипелага Новая Земля. На основе анализа положения виртуальных геомагнитных полюсов сделаны предварительные выводы о тектоническом развитии Новоземельского блока в позднем докембрии – раннем палеозое.

Получены и проанализированы новые палеомагнитные определения для архипелага Земля Франца Иосифа (ЗФИ). Впервые для архипелага Земля Франца-Иосифа получены палеомагнитные полюсы с возрастом 130 млн. лет (Plat=75.3; Plong=204.1; A95=7.5) и 190 млн. лет (Plat=63.3; Plong=140.5; A95=9.3), имеющие высокую степень палеомагнитной надежности, соответствующую современному уровню исследований. Предложена модель тектонического развития блока ЗФИ в составе баренцевоморской континентальной окраины в юре – раннем мелу.

Усовершенствовано и детализировано биостратиграфическое расчленение разреза триаса, нижней и средней юры архипелага Новосибирские острова по фораминиферам, впервые предложено расчленение по палиноморфам.

Проведен комплексный стратиграфический анализ верхней части урдюкхаинской свиты (верхний оксфорд – нижняя часть волжского яруса) эталонного разреза полуострова Нордвик на западном берегу Анабарского залива моря Лаптевых.

Получены новые данные по микропалеонтологической характеристике байос-батских отложений в бассейне р. Ижма (север Русской платформы).

Детальная корреляция юрских отложений по ряду региональных профилей позволила уточнить границы областей и районов с различной фациальной архитектурой юрского комплекса. Полученные материалы, наряду с материалами коллег были положены в основу палеогеографических построений для узких возрастных интервалов юры.

Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

1. Результаты исследования свойств материалов при сложных термомеханических воздействиях.

Авторы: Вильдеман В.Э., Третьяков М.П., Третьякова Т.В., Лобанов Д.С., Бабушкин А.В., Ильиных А.В., Словиков С.В., Янкин А.С., Ташкинов М.А., Староверов О.А, Биккулова А.В., Бажуков П.С., Темерова М.С., Спаскова Е.М, Шилова А.С.

Получены результаты комплексных исследований деформационных и прочностных свойств, механизмов разрушения конструкционных материалов при квазистатических, динамических, циклических и сложных режимах нагружений в широком температурном диапазоне. Выявлены новые закономерности и эффекты механического поведения материалов в условиях мало- и многоцикловой усталости, закритического деформирования при сложном напряженном состоянии, прерывистой текучести.

Разработаны и реализованы новые методики экспериментальных исследований армирующих и композиционных материалов, элементов конструкций. Исследования проведены на базе Центра экспериментальной механики ПНИПУ с использованием современных испытательных систем, измерительной и диагностической аппаратуры, в частности, систем трехмерного анализа деформаций, регистрации сигналов акустической эмиссии и термосканирования.

Объекты исследований: конструкционные сплавы и стали, армирующие нити и ткани, волокнистые полимерные композиты, крупноячеистые композиты, наполненные полимерные и нано- композиты.

Научная и практическая значимость: создание основ решения проблем прочности и живучести изделий авиационного и ракетного назначения. Опубликована монография и 17 статей в изданиях, индексируемых в Web of Science и Scopus.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королева

1. Решение проблемы малого ресурса насосных агрегатов газотурбинных двигателей

Автор: Шахматов Е.В.

Решена крупная научная проблема, имеющая важное значение для оборонного комплекса страны. Повышена безопасность, ресурс и динамическое качество авиационных топливных насосов за счет разработки комплекса методов и средств снижения виброакустических нагрузок.

На основе методов теории упругих и гидродинамических возмущений 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.

2. Исследование нового класса вихревых непараксиальных лазерных пучков

Автор: Сойфер В.А.

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 (ОУМ) лазерного пучка. Асимметричная мода Бесселя имеет больший ОУМ, чем обычная мода Бесселя того же порядка, и поэтому она более эффективна для оптического микроманипулирования.

Применение: беспроводная лазерная связь с уплотнением каналов (пучки с разным ОУМ); квантовая криптография (отдельный фотон также обладает определенным ОУМ); лазерная микроманипуляция.

3. Разработка новых математических моделей, методов и алгоритмов для моделирования дифракции оптического излучения на микро- и наноструктурах на основе решения уравнений математической физики, в том числе уравнений Максвелла, на высокопроизводительных вычислительных системах.

Руководитель: Сойфер В.А.

Практическая ценность заключается в разработке технологий, алгоритмов и программных средств, предназначенных для проектирования и создания новых устройств для сверхбыстрой оптической обработки информации и оптических вычислений на элементной базе нанофотоники. Актуальность представленных научных

проблем подтверждается интенсивным развитием компаниями IBM, Intel, NEC, Cisco технологий «кремниевой нанофотоники», ориентированных на создание вычислительных систем нового поколения, в которых носителями информации являются световые импульсы вместо электрических сигналов.

4. Ключевой проблемой современных информационных технологий является интеллектуальный анализ данных сверхбольшого объёма – «больших данных». Использование технологий переработки больших данных позволяет не только расширить возможности текущих источников данных, но и сформулировать принципиально новые подходы к решению комплексных междисциплинарных фундаментальных и прикладных задач при создании изделий аэрокосмического назначения и их использовании. Технологии, связанные с большими данными, обеспечивают переход от простого использования информационных активов к их капитализации, при которой информация становится основой для выявления будущих потребностей и проектов. Для осуществления научно-образовательной деятельности в данном направлении закуплено специализированное оборудование и создана «Лаборатория обработки сверхбольших объёмов данных (Big Data)».

В 2015 году опубликовано 52 статьи в изданиях, индексируемых в базах SCOPUS и WoS: Journal of Optics UK (IF 1,573), Optics Letters (IF 3,399), JETP Letters (IF 1,352), Optics Express (IF 3,587), Computer Optics, Computational Mathematics and Mathematical Physics, Computing, Networking and Communications, Lecture Notes in Computer Science.

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»

1. Разработана технология комплексной переработки крупномасштабных отходов фосфогипса от производства минеральных удобрений с получением товарных продуктов многофункционального назначения – сульфата аммония и химически осаждённого карбоната кальция.

Авторы: Сизяков В.М., Волков В.В., Гордеев Ю.А., Волович Д.Г., Бричкин В.Н., Сизякова Е.В. Тихонова Е.В., Черкасова М.В., Иваник С.А.

Актуальность: увеличение комплексности переработки минерального сырья природного происхождения и восполнение потребности в ресурсах природного происхождения продуктами переработки производственных отходов, решение проблемы технологии комплексной переработки крупномасштабных отходов производства минеральных удобрений с получением товарных продуктов много-функционального назначения.

Разработанная технология предназначена для 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. В 2015 году подготовлено 4 диссертационных работы, опубликовано 10 научных статей, получено 3 патента.

2. Разработана кристаллизационная технология попутного извлечения суммы фосфатов редкоземельных металлов из продуктов сернокислотной переработки апатитового концентрата дигидратным способом.

Авторы: Чиркст Д.Э., Черемисина О.В., Литвинова Т.Е.

Существующие технологии извлечения и разделения редкоземельных металлов применимы только при переработке богатых минеральных источников, необходима

разработка импортозамещающих технологий комплексной переработки бедного редкоземельного сырья.

Разработанная технология обеспечивает комплексное использование апатитового концентрата как поликомпонентного минерального сырья с увеличением объема и стоимости товарной продукции и использует производственную инфраструктуру действующего производства, что обеспечивает низкие капитальные вложения по сравнению с альтернативным вариантом организации автономного производства;

Научная значимость: Получение принципиально новых данных в области физико-химических закономерностей кристаллизации в метастабильных системах на затравочных материалах. Тиражирование технологии на все действующие предприятия по переработке апатитового концентрата не только обеспечит потребности российского рынка в редкоземельных металлах, но и позволит занять достойную нишу на мировом рынке.

В 2015 году подготовлена 1 диссертационная работа, опубликовано 4 научных статьи, получено 3 патента.

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики.

1. Диэлектрические наноантенны.

Ученые из Международного Научно-исследовательского центра «Нанофотоники и метаматериалов» университета, созданного в рамках правительственной программы мегагрантов, разработали и экспериментально реализовали новую концепцию оптических наноантенн на основе диэлектрических наночастиц с высоким значением диэлектрической проницаемости.

В современной литературе наноантенной называют устройство, которое способно эффективно преобразовывать падающий свет в сильно локализованное эванесцентное поле и наоборот.

Оптические наноантенны решают важную задачу организации беспроводной системы передачи данных на поверхности и в объёме оптического чипа. Создание таких полностью оптических чипов является одной из центральных проблем нанофотоники. Использование диэлектрических материалов при разработке наноантенн и оптических наносистем на их основе дало ряд преимуществ перед наноэлементами изготовленными из металла.

Диэлектрические и многие полупроводниковые материалы выгодно отличаются от металла низким уровнем диссипативных потерь в оптической области частот. Высокое значение показателя преломления диэлектрической, например кремниевой, наночастицы обеспечивает наличие сильного магнитного отклика в оптической области частот. Это позволило разработать различные конструкции наноантенн с уникальными свойствами фокусировки поля в узкий пучок, управления диаграммой направленности, высоким значением эффективности излучения и фактора Перселла. Наличие магнитного отклика диэлектрической наноантенны открыло целый спектр уникальных возможностей их применения в ближнепольной микроскопии, спектроскопии, медицине, фотовольтаике и беспроводных оптических системах связи на микрочипе.

2. Квантовая криптографическая система.

Развитие новых методов вычислений (облачных и квантовых) и существование технологических факторов риска, содержащихся в классических подходах к защите информации, приводит к тому, что в ближайшее время использование классических криптографических шифров не сможет обеспечить конфиденциальности информационного обмена. Это делает актуальными вопросы поиска новых подходов к построению криптографических систем. 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.

Разработчиками университета была 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.

На сегодняшний день реализованы первые два узла, расположенные в корпусах университета. 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.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет.

Зажигание твердых, жидких, гелеобразных конденсированных веществ локальными источниками ограниченной энергоемкости.

Автор: Стрижак П.А.

Установленные закономерности и характеристики в целом цикле научных работ служат основой для разработки энергоэффективной технологии инициирования горения высокоэнергетических материалов малокалорийными источниками в специальных установках.

Численные исследования проведены с использованием разработанных программных кодов для одномерных, двумерных и трехмерных математических моделей взаимосвязанных физико-химических процессов. Разработанный программно-аппаратный комплекс позволяет не только определять необходимые для устойчивости характеристики переходных процессов (зажигание) в специальных установках, но и прогнозировать потенциальную пожарную опасность процессов взаимодействия локальных источников энергии с различными топливами и полимерными материалами в условиях промышленного производства.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

1. Российский капсульный комплекс для проведения эндоскопических исследований «Ландыш».

Комплекс для проведения эндоскопических исследований «Ландыш» состоит из эндоскопической капсулы (24×11 мм2), передатчика-считывателя, программного комплекса (устанавливается на любой персональный компьютер с USB-портом), карманного компьютера для отслеживания изображения в режиме он-лайн.

Цена капсулы меньше зарубежных аналогов в 3 раза. Одноразовая капсула безболезненно проглатывается пациентом, проходит весь желудочно-кишечный тракт и передает в режиме он-лайн видеозапись на передатчик-считыватель.

После прохождения процедуры врач без пациента подключает передатчик к компьютеру и анализирует полученную запись в автоматическом режиме с помощью программного обеспечения. Эндоскопия не имеет противопоказаний и не требует анестезии.

2. Пространственные и временные изменения внутренней зоны радиационного пояса, связанные с глобальной вариацией геомагнитного поля и ll-летним циклом солнечной активности.

Авторский коллектив: А.М. Гальпер, С.В. Колдашов, С.Ю. Александрин, В.В. Малахов, АГ. Майоров, М.А. Майорова, В.В. Михайлов.

По данным экспериментов «АРИНА» и «ПАМЕЛА», проводимых на низкоорбитальном космическом аппарате «Ресурс-ДК 1» с 2006 г.:

- оценен долготный дрейф Бразильской магнитной аномалии (БМА) в потоке высокоэнергичных протонов (энергия порядка 100 МэВ), и показано, что БМА перемещается в западном направлении со средней скоростью (0.4±0.1) градусов в год;

- показана корреляция потоков высокоэнергичных протонов (энергия порядка 100 МэБ) на нижней границе радиационного пояса с фазой 11-летнего цикла солнечной активности, характеризуемого числом пятен и интенсивность радиоизлучения 10.7 см.

Публикации: A.M. Galper et al. Journal of Physics, conference series.V. 632, Issue 1, 13 August 2015, Article number 012069. S.Y. Aleksandrin et al. Proceedingsof 34thInt. Conf. onCosmicRays. 2015.

Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС"

1. Изучение возможности сохранения наноразмерных зерен в объемных материалах, полученных методом искрового плазменного спекания.

В работе исследованы образцы объемного наноструктурированного материала на основе твердого раствора BixSb1−xTe3, полученного методом искрового плазменного спекания. Исходные порошки с размером частиц 10—12 нм изготовлены помолом в шаровой мельнице.

Впервые установлено, что размеры областей когерентного рассеяния не возрастают монотонно с ростом температуры спекания, а при температуре выше 400°С происходит их измельчение. Результаты исследования методом просвечивающей электронной микроскопии позволили предположить, что уменьшение среднего размера областей когерентного рассеяния (ОКР) связано с интенсивным образованием мелкодисперсных зерен при температуре sps-спекания 4500С в результате повторной рекристаллизации.

В структуре зарождение новых зерен происходит быстрее, чем рост старых. При этом общая плотность дефектов, включая и двойники, падает. Зарождение новых центров повторной рекристаллизации происходит как на границах зерен, на дислокационных дефектах, так и в объеме зерен, вероятно на субзернах.

Обнаруженная закономерность может позволить получать, в зависимости от степени развития повторной рекристаллизации, структуру с разной дисперсностью зерен и позволяет решить задачу сохранения наносостояния при повышенных температурах искрового плазменного спекания. Результаты работы использовались непосредственно при отработке технологии получения термоэлектрического материала в ОАО «Гиредмет».

2. Важным аспектом проблемы выбора металлических сплавов для имплантации является их электрохимическое поведение и коррозионная стойкость в коррозионно-активных биологических средах жизнедеятельности человека.

В ходе исследований установлен механизм роста тонких пассивных пленок, формирующихся в процессе экспозиции сплавов в биологических растворах. Показано, что кинетические законы, описывающие образование и рост защитных пленок на поверхности сплавов, подобны законам роста, наблюдающимся при низкотемпературном окислении металлов.

Скорость образования самых тонких слоев определяется скоростью перемещения электронов с помощью туннельного эффекта. При низких температурах диффузия ионов через пленку затруднена, в то время как движение электронов обеспечивает высокую проводимость оксидной пленки. Образование на внутренней поверхности раздела металл-оксид катионов, а на внешней поверхности – анионов кислорода приводит к возникновению внутри оксидной пленки сильного электрического поля, под действием которого главным образом ионы и проникают через пленку.

3. Метод одновременного воздействия внешнего магнитного поля высвобождения лекарственного препарата с поверхности наночастиц и контролируемого термического воздействия.

Руководитель: Мажуга А.Г.

Развиваемый на кафедре физического материаловедения подход, разработанный совместно с учёными химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, основанный на одновременной функционализации магнитных наночастиц как векторными (адресными) фрагментами, так и терапевтическими молекулами, является новым и перспективным, а потому, активно развивающимся направлением исследований в современной биомедицине.

В отличие от существующих разработок, направленных на поиск новых магнитных материалов или только для целевой гипертермии опухолей, или только для адресной доставки лекарств, разрабатываемый метод одновременного воздействия на больной орган как путём управляемого с помощью внешнего магнитного поля высвобождения лекарственного препарата с поверхности наночастиц, так и посредством контролируемого термического воздействие представляется более эффективным.

Разрабатываемые новые гибридные материалы безусловно явятся основой для мощных тераностических препаратов будущего, пригодных как для лечения, так и для диагностики прежде всего социально значимых заболеваний.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

1. Фармацевтическая субстанция, предназначенная для купирования болевого синдрома на основе неопиоидного анальгетика, антагониста транзиторных неселективных катионных каналов (подкласс А, белок 1) TRPA1.

Авторы: Покровский М.В., Корокин М.В., Покровская Т.Г., Кочкаров В.И., Гудырев О.С.

Препараты с аналогичным механизмом действия в мире не зарегистрированы. В Российской Федерации испытания лекарственных средств, аналогичных данной разработке, не проводятся.

Согласно патентному поиску Scifinder в настоящий момент в Европе и Индии ведется разработка лекарственных препаратов, антагонистов TRPA1 фармацевтическими компаниями Glenmark Pharmaceuticals и Cubist Pharmaceuticals, Inc. Проведенное сравнительное исследование анальгетической активности разработанного кандидата в лекарственное средство показало статистически значимо более выраженное его действие в сравнении с рядом неопиодных анальгетиков, представленных на Российском фармацевтическом рынке.

Проведенные доклинические исследования позволяют сделать заключение о том, что разработанный неопиодный анальгетик может быть рекомендован для клинических испытаний как эффективное анальгетическое лекарственное средство, малотоксичное при однократном и многократном приеме для купирования болевого синдрома различной этиологии, что позволит повысить качество жизни и показатели здоровья населения Российской Федерации. Подана заявка на изобретение для обеспечения правовой охраны полученного результата интеллектуальной деятельности.

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ

1. Экспериментальные и теоретические исследования процессов флокуляции на гибридных наноматериалах.

Авторы: Шилова С.В., Проскурина В.Е.

Перспективным направлением является получение новейших типов функциональных материалов на основе органо-неорганических гибридов. Достоинством таких систем является возможность сочетания высокой термической и химической стабильности, а также люминесцентных, фоточувствительных и электрохимических свойств, которые можно варьировать в широком диапазоне.

Разработка научных основ создания гибридных полимер-неорганических наноматериалов для эффективного управления свойствами дисперсных систем является актуальной задачей. Авторами проекта синтезированы гибридные полимер-неорганических композиты на основе синтетических (сополимеров акриламида) и природного происхождения (хитозана и его модифицированных производных) полимеров и гидроксидов металлов Al, Fe, Mg. Гибридные полимер-неорганические нанокомпозиты имеют широкий спектр функциональности в характере воздействия на устойчивость модельных и реальных дисперсных систем.

Полученные в ходе выполнения проекта результаты закладывают научные основы применения функциональных материалов на базе гибридных полимер-неорганических нанокомпозитов для направленного и эффективного управления свойствами реальных дисперсных систем в процессах очистки, разделения и выделения высокооднородных по составу и свойствам наноматериалов.

В период 2013-2015 гг. опубликовано 5 статей в российских научных журналах: журнал прикладной химии, журнал Известия высших учебных заведений (серия химия и химическая технология).

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»

1. Разработка методов биоконверсии целлюлозосодержащего ультрадисперсного растительного сырья в биоэтанол.

Руководитель НИР: Ревин В.В.

Получены экспериментальные образцы ферментных препаратов из новых рекомбинантных штаммов микроорганизмов. Разработаны программы и методики исследовательских испытаний экспериментальных образцов ферментных препаратов на предобработанном целлюлозосодержащем сырье.

Проведены исследовательские испытания ферментных препаратов в соответствии с программой и методиками испытаний, в том числе оценена эффективность процесса предобработки целлюлозосодержащего сырья по выходу глюкозы после ферментативного гидролиза образцов предобработанного целлюлозосодержащего сырья по сравнению с исходным (непредобработанным).

Разработана лабораторные методики получения сахаров из целлюлозосодержащего сырья (сосновых опилок и соломы), полученных в результате действия новых ферментных препаратов из рекомбинантных штаммов микроорганизмов с целью последующего микробиологического синтеза биотоплива из них и получения биотоплива из предобработанного целлюлозосодержащего сырья, гидролизованного с использованием полученных ферментных препаратов.

Получены экспериментальные образцы целевого продукта биокаталитической конверсии целлюлозосодержащего сырья – биотоплива (биоэтанола и биобутанола). Разработаны программы и методики исследовательских испытаний целевого продукта биокаталитической конверсии целлюлозосодержащего сырья в биотопливо. Проведены исследовательские испытания биотоплива в соответствии с программой и методиками испытаний.

2. Исследование технологической основы формирования функциональных покрытий с использованием электрофизических методов и их комбинированием»

Руководитель: Величко С.А.

Современное и перспективное машиностроение требует обеспечения высокой работоспособности и долговечности узлов трения машин при постоянно действующих

требованиях снижения трудоемкости изготовления и металлоемкости. Проект направлен на исследование технологической основы формирования функциональных покрытий с использованием наноэлектротехнологии, сущность, которой заключается в целенаправленном изменении свойств рабочих поверхностей деталей, осуществляемое с помощью кинетической энергии движения пучка электронов, возникшего при искровом разряде в воздушной и газовой среде.

Получены зависимости физико-механических и триботехнических свойств покрытий от энергетических и кинетических режимов формирования электроискровых покрытий при ручной и механизированной обработке. Полученные результаты являются основополагающими при формировании восстановительных, упрочняющих или защитных покрытий на рабочих поверхностях деталей машин источниками концентрированной энергии.

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»

1. Экспериментальный образец носимого аппарата «искусственная почка».

Авторы: Базаев Н.А., Гринвальд В.М., Селищев С.В.

Разработан и изготовлен экспериментальный образец носимого аппарата для внепочечного очищения крови на основе метода перитонеального диализа с рециркуляцией диализирующего раствора через блок регенерации, восстанавливающий его химический состав. Проработаны технические решения, состав и базовые технологии для создания носимой аппаратуры для внепочечного очищения крови.

В 2016 году запланированы технические и медико-биологические испытания первого отечественного носимого аппарата «искусственная почка». Первичные испытания показали возможность достижения следующих технических и функциональных характеристик носимого аппарата «искусственная почка»:

масса аппарата – до 3,5 кг;

скорость удаления основных маркеров диализа – 0,8 г/ч для мочевины, 0,1 г/ч для креатинина и 0,05 г/ч для мочевой кислоты;

возможность работы устройства в режиме 24/7; длительность использования комплекта расходных материалов – 12 ч;

скорость ультрафильтрации – 1,5 л/день; длительность работы от аккумуляторных батарей – не менее4 ч;

контроль и мониторинг характеристик – проводимость, температура, давление; установка параметров процедуры и управление с помощью смартфона.

Опубликовано: Н.А. Базаев, В.М. Гринвальд, К.В. Пожар. Перспективы использования носимой аппаратуры внепочечного очищения крови. // Медицинская техника. 2015. №6 (294). С. 44-47.

Московский государственный строительный университет».

1. Разработка методики расчета напряженно-деформированного состояния и несущей способности 25-этажного жилого крупнопанельного дома типовой серии на базе расчетно-экспериментальных исследований.

Выполнены экспериментальные исследования несущей способности и податливости горизонтальных и вертикальных швов крупнопанельных зданий, а именно:

18 образцов платформенных стыков на сжатие;

24 образца вертикальных стыков на сдвиг;

10 образцов на срез закладной детали с обжатием бетона;

8 крупноразмерных натурных фрагментов здания на сдвиг с обжатием стеновой панели.

С учетом полученных из экспериментальных исследований данных выполнены уточненные расчеты 25-этажного здания различных загружений, включая трехмерное численное моделирование горизонтальных и вертикальных узлов сопряжения стеновых панелей.

Выполненные исследования позволят снизить трудоемкость и сроки возведения 25-этажных крупнопанельных жилых зданий, а также получить экономию металла, за счет оптимизации размеров и количества соединительных элементов железобетонных изделий.

По итогам проведенных исследований планируется разработать стандарт организации для заказчика с целью внедрения полученных результатов в практику проектирования и строительства крупнопанельных жилых домов.

2. Расчетно-экспериментальные исследования с целью определения ветровой и снеговой нагрузок на пассажирский терминал аэропортового комплекса «Южный» в г. Ростов-на-Дону.

Рассматриваемый аэропортовый комплекс, строится в Ростовской области, Аксайском районе. Строительство нового терминала вызвано расширением воздушной сети и обеспечением международного уровня обслуживания пассажирских перевозок.

Сложная пространственная форма кровельного покрытия с изгибами во всех направлениях и характерными размерами в плане превышающими 100 м, определяет необходимость проведения экспериментального моделирования ветровой и снеговой нагрузок в специализированной аэродинамической трубе. Для проведения экспериментальных исследований в аэродинамической трубе архитектурно-строительного типа на базе НИУ МГСУ, создана уменьшенная модель аэропортового комплекса (масштаб 1:250) с применением современных технологий 3Д печати.

В процессе проведения исследований, решены следующие задачи:

- определение распределения аэродинамических коэффициентов давления по поверхности фасадов и кровли аэропортового комплекса, а также интегральных аэродинамических характеристик для расчетов несущих конструкций здания на статическое ветровое воздействие;
- экспериментальное моделирование снегового покрова для определения основных закономерностей снегопереноса и образования снегоотложений на поверхности кровельных покрытий аэропортового комплекса.

Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт»

1. Институт проблем энергетической эффективности, Кафедра химии и электрохимической энергетики.

Авторы: Григорьев С.А., Пушкарев А.С., Марусева И.В.

Синтезирован и исследован восстановленный оксид графена (ВОГ) с удельной поверхностью около 600 $м^2$/г. Указанный углеродный материал успешно использован для модификации электрокаталитических слоев топливного элемента с твердым полимерным электролитом в количестве до 10 масс.%.

Изготовлена и испытана серия мембранно-электродных блоков (МЭБ), в которых в состав электрокаталитических композиций добавлялся ВОГ в количестве 0-15% от массы электрокатализатора Pt/Vulcan XC-72. Показано, что оптимальное содержание ВОГ в активном слое топливного элемента составляет 1-5% масс. и зависит от состава МЭБ и условий его работы (в частности, от толщины мембраны, рабочего давления реагентов). При оптимальном значении концентрации ВОГ повышение удельной мощности топливного элемента составляет до 30% по сравнению с не содержащими ВОГ электрокаталитическими слоями.

2. Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова, Кафедра радиотехнических приборов и антенных систем

Авторы: Чернояров О.В., Баскаков А.И.

Предложены новый интерференционный радиолокационный метод мониторинга ледовой обстановки для обеспечения безопасной эксплуатации нефтегазодобывающих объектов на шельфах Арктических морей, основанный на измерении высоты неровностей рельефа ледовой поверхности, дальности, скорости, направления его движения, и реализующая его малогабаритная радиолокационная система, не имеющая мировых аналогов. Благодаря использованию известных эмпирических соотношений между высотой рельефа ледового поля над уровнем моря, его толщиной и рельефом подводной части, по указанным измерениям можно заблаговременно достоверно оценить потенциальную опасность ледовых полей при любых погодных условиях.

Проведено имитационное моделирование работы радиоинтерферометрического режима с получением цифровой модели рельефа. Построена последовательная теория статистического анализа пропадающих квазидетерминированных и случайных сигналов и изображений при наличии неаддитивных искажений, решены задачи реализации в цифровой форме совместных алгоритмов обнаружения и оценки параметров (дальности, скорости, ускорения, площади, моментов появления и исчезновения и др.) разрывных неоднородных изображений и сигналов.

3. Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова, Кафедра радиотехнических приборов и антенных систем

Авторы: Чернояров О.В., Баскаков А.И., Dachian S.Yu., Kutoyants Yu.A.

Впервые показана возможность оценки ординат неровностей подстилающей поверхности с борта космического аппарата (КА) по двухчастотной корреляционной функции (ДЧКФ) отраженного сигнала (до настоящего времени данный способ применялся при относительно небольшой высоте зондирования с борта вертолета или самолета). С этой целью для подавления декоррелирующего множителя (резко снижающего чувствительность ДЧКФ с ростом высоты облучения) предложен оригинальный радиолокационный метод взаимного многочастотного радиоинтерферометрического режима синтеза апертуры антенны при надирном облучении (по нормали к среднему уровню) морской поверхности (что позволило уменьшить продольный размер области разрешения вдоль траектории полета КА) в совокупности с использованием антенной решетки (для уменьшения поперечного размера области разрешения).

Построена асимптотическая теория статистического анализа квазидетерминированных и случайных сигналов с сингулярностями различных типов, позволяющая определять предельные характеристики оценок информационных параметров при любых условиях регулярности. По критерию максимального правдоподобия синтезирован оптимальный алгоритм измерения ординат морских волн, реализующий потенциальную точность оценки для слабого и среднего волнения моря не хуже 0,1м, а для сильного – не хуже 0,3м

4. Институт проблем энергетической эффективности, НИЛ Глобальных проблем энергетики

Авторы: Клименко В. В., Клименко А. В., Терешин А. Г., Микушина О. В.

Исследованы глобальные и региональные ресурсные и экологические проблемы добычи и использования нетрадиционного газа (НГ). Предложены прогнозные оценки мировой добычи традиционного газа и НГ. Рассчитаны изменения концентрации диоксида углерода в атмосфере и соответствующие изменения среднеглобальной температуры воздуха при реализации различных сценариев замещения нетрадиционным газом разных источников энергии.

Проанализированы возможные последствия ожидаемых изменений климата для энергетики России. Показано, что, несмотря на неопределенность в оценках экономической и экологической целесообразности добычи сланцевого газа, по имеющимся ресурсным оценкам, при его использовании возможно решить глобальные

и региональные энергетические (замещение импорта) и экологические (замещение менее чистого угольного топлива) проблемы.

Для сохранения устойчивости глобальной климатической системы освоение огромных мировых ресурсов НГ должно сопровождаться эквивалентным сокращением использования угля. Только в этом случае НГ может стать безопасным энергетическим мостом в будущее, способным удержать климатическую систему у порога критических значений.

5. Институт электротехники, Кафедра Физики и технологии электротехнических материалов и компонентов

Автор: Балбашов А.М.

В некоторых новых функциональных оксидных магниторезистивных материалах – манганитах в зависимости от состава наблюдаются значительные величины термоэлектродвижущей силы (термо-ЭДС). Причем этот физический параметр зависит также от величины магнитного поля, в котором находится магниторезистор. Это физическое явление может быть использовано для регистрации как температуры, так и величины магнитного поля.

Впервые показано, что термо-ЭДС в магнитном полупроводнике $Sm_{0.55}Sr_{0.45}MnO_3$ вызвана ферромагнитными нанокластерами типа Феррон (FM) и антиферромагнитными (AFM) CE-типа нанокластерами с упорядоченным орбитальным зарядом (CO). Присутствие этих групп обусловлено сильным допированием Sr в соединении $SmMnO_3$. Термо-ЭДС *S* и магнито-термоЭДС ΔS/S была изучена в монокристаллах и поликристаллах с различной термобработкой. Во всех случаях наблюдалось наличие термо-ЭДС (S) и магнито-термо-ЭДС (ΔS/S) значительных величин а на зависимости магнито-термо-ЭДС от магнитного поля достигается гигантское абсолютное значение 87% в магнитном поле около 14 кЭ.

Предложено обьяснение наблюдаемых эффектов по механизму нанокластерного магнитного и структурного строения этих вещества.

6. Институт проблем энергетической эффективности, НИЛ Глобальных проблем энергетики

Автор: Клименко В. В.

Разработана новая сравнительная хронология климатических и исторических событий в Северо-Восточной Европе (VIII–XVII вв.). Построена климатическая хронология, основанная на использовании косвенных данных о климате — дендрохронологической, палинологической и исторической информации. Она отражает климатическую историю указанного региона за последние два тысячелетия и использована для построения сравнительной хронологии климатических и исторических событий.

Построенная хронология обладает заметно большей амплитудой изменчивости по сравнению с другими реконструкциями, что объясняется, во-первых, эффектом арктической амплификации, а во-вторых, относительно небольшими размерами региона исследования, где климатические изменения в основном синхронны на всей его территории, а значит, не сглаживают друг друга при осреднении.

Установлено, что климатический фактор в значительной степени влиял на хозяйственную деятельность славянского населения и направление миграции, усиливая проникновение в высокие широты в эпохи потеплений и способствуя исходу населения в холодные периоды. Не подлежит сомнению, что характер и темпы развития и расширения границ древнерусского, а затем и российского государства в VIII–XVII вв. во многом зависели от природно-географических условий.

Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И.Пирогова Минздрава России

1. Молекулярная физиология. Молекулярные и клеточные механизмы гипоксии сердца.

Руководитель направления: Камкин А.Г.

Исследования посвящены изучению роли цитокинов в регуляции работы механо-управляемых ионных каналов и их значению во внутриклеточных осцилляциях ионов в свежеизолированных клетках предсердий и желудочков здоровых животных на фоне предрастяжения клеток и их дозированного растяжения, а также изучению механизмов этих эффектов. Поскольку экспрессия механо-управляемых ионных каналов лежит в основе клеточного механизма работы сердца, как в норме, так и при патологии данные исследования являются приоритетными в кардиологии.

Установлено, что цитокины IL-1a, IL-2, IL-6, IL-8, IL-13, IL-16, IL-17a, IL-18 способны регулировать амплитудно-временные характеристики потенциалов действия клеток сердца, оказывая воздействие на ионные токи. Выявлено, что данные цитокины модулируют механо-электрическую обратную связь в сердце через активацию NO-синтаз в кардиомиоцитах.

Результаты исследований являются основой создания принципиально новых лекарственных препаратов, купирующих или предотвращающих возникновение жизнеугрожающих нарушений сердечного ритма, а также тест-системы для ранней диагностики риска возникновения у пациента данной патологи сердца.

2. Молекулярная и клеточная биология, фундаментальная медицина.

Руководить: академик РАН Лукьянов С.А.

Разработана программа по созданию инновационных биомедицинских продуктов и медицинских технологий для лечения ранее неизлечимых заболеваний и научной инфраструктуры для их осуществления: технологий полногеномного сиквенса, геномной диагностики онкологических заболеваний, технологии нейрокогнитивных устройств, создания биополимерных конструкций, клеточных технологий.

Разработаны подходы к созданию биомедицинских клеточных продуктов для лечения патологий гортани, трахеи, уретры, печени и поджелудочной железы. Проведено исследование профиля экспрессии генов в клетках поднижнечелюстной слюнной железы, что выявило значительную фенотипическую конвергенцию данных клеток с клетками энтодермы, и позволяет предположить, что поднижнечелюстные слюнные железы могут быть использованы как источник клеток для заместительной клеточной терапии органов энтодермального происхождения.

Определены биосовместимость и свойства различных биоматриксов. На животных моделях исследовано поведение трансплантата для реконструкции трахеи на этапе префабрикации, проверены различные методы введения инсулин-продуцирующих и гепатоцитоподобных клеток и характер их распределения в организме животных. Разработан протокол выделения и культивирования клеток слюнной железы, а также их дифференцировки в гепатоцитарном и панкреатическом направлении, эффективность которого доказана путем анализа экспрессии генов.

Проведена оценка жизнеспособности клеток после трансплантации. Разработана лабораторная методика получения культур эпидермальных кератиноцитов с повышенным содержанием низкодифференцированных (стволовых) клеток. Результаты исследования опубликованы в журналах Acta Naturae, Springerplus, BioMed Research International and Cell Biology.

3. Инновационные фундаментальные технологии в медицине: нанотехнологии в медицине.

Руководить: академик РАН Чехонин В.П.

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%.

В ходе исследований 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 мышиные 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.

4. Педиатрия. Молекулярная цитогенетика.

Руководить: Ворсанова С.Г.

Впервые в России и в мире научно обоснованы, разработаны и внедрены в практику здравоохранения методы молекулярно-цитогенетической диагностики, основанные на многоцветовой флюоресцентной гибридизации нуклеиновых кислот, сравнительной геномной гибридизации, молекулярном кариотипировании, позволяющие выявлять генные и геномные аномалии при недифференцированных формах умственной отсталости и аутизма. Частота хромосомной патологии среди новорожденных исключительно высока (5-7 на 1000 детей). До 4% детей в общей популяции имеют умственную отсталость, что может быть связано с хромосомными и геномными аномалиями, однако до последнего времени диагностика этих состояния была невозможна.

Внедрение в клиническую практику молекулярно-цитогенетических методов позволило повысить эффективность диагностики хромосомных аномалий у детей с идиопатическими формами умственной отсталости с 10-12% до 64%, а с привлечением оригинальных биоинформатических методов оценки полученных результатов – до 80% и более.

Российский государственный университет нефти и газа имени И. М. Губкина.

1. Технология и катализаторы для получения дизельных топлив.

Авторы: В.М. Капустин, Е.А. Чернышева, А.И. Груданова, Р.Э. Болдушевский, Т.И. Столоногова, В.А. Хавкин.

Разработка технологий и катализаторов для получения дизельных топлив (ДТ), эффективных в условиях холодного и арктического климата, на основе процессов каталитической депарафинизации (гидродепарафинизации) и гидроизомеризации (изодепарафинизации) по следующим основным направлениям:

- разработка технических решений для эффективной организации процессов получения ДТ для холодных климатических зон, включая рационализацию схемы процессов, подбор наилучших катализаторов;

-разработка технических решений по обеспечению гибкости процессов и возможности переработки среднедистиллятных фракций различного происхождения.

Работы проводились с использованием существующих промышленных катализаторов, а также на базе катализаторов, разработанных ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт по переработке нефти» (ОАО «ВНИИ НП»).

-разработка (на базе ОАО «ВНИИ НП») катализаторов для процессов получения низкозастывающих ДТ с использованием диоксида циркония, модифицированного вольфрамат-анионами.

Впервые разработаны технические решения по организации процессов производства низкозастывающих ДТ с показателями, присущими изомеризационной депарафинизации (преобладание реакций изомеризации над реакциями гидрокрекинга, выход ДТ не менее 92% массы, с предельной температурой фильтруемости минус 32°С и ниже). Процесс изодепарафинизации в настоящее время промышленно не реализован на нефтеперерабатывающих заводах России, исследования в этой области характеризуются научной новизной.

Реализация предлагаемых технических решений, внедрение отечественных технологий позволит нивелировать дефицит производства ДТ зимних марок, существующий в настоящее время на территории России, а также обеспечить повышение объемов производства и реализации нефтепродуктов с высокой добавленной стоимостью. Для типовой установки производства ДТ мощностью 1 млн. т/год повышение выхода целевого ДТ на 5-6% (минимально по сравнению с существующими технологиями) приводит к увеличению прибыли в среднем на 1 млрд. руб. в год.

2. Технология гидроструйной добычи нефти из малодебитных скважин

Авторы: Вербицкий В.С, Игревский Л.В., Ламбин Д.Н., Мартынов В.Н., Деньгаев А.В.

Решение для освоения и эксплуатации скважины в неизученных и неопробированных пластах с одновременным мониторингом параметров работы в реальном времени, в том числе из скважин осложненного фонда состоит из двух основных элементов легко заменяемого погружного струйного насоса и передвижного наземного насосного блока, который позволяет вести эксплуатацию и исследование скважины в режиме полного удаленного управления через Интернет.

Новизна полученного результата. Технология добычи предназначена для освоения и эксплуатации малодебитных скважин и скважин, находящихся в бездействующем фонде, а так же для мониторинга скважины. Поиск технических и технологических решений по освоению, исследованию и эксплуатации малодебитного фонда скважин альтернативными способами, обеспечит минимизацию энергозатрат на подъем скважинной продукции и высокий межремонтный период работы скважин, что в настоящее время является актуальным. По ряду возможностей не имеет аналогов в России и за рубежом.

3. Новые комбинированные антигидратные реагенты, сочетающие в себе преимущества кинетических и термодинамических ингибиторов гидратообразования

Авторы: Семенов А.П., Медведев В.И.

Установлены закономерности кинетического ингибирования газовых гидратов двух основных кристаллических структур. Разработаны новые композиции комбинированных антигидратных реагентов способных ингибировать образование техногенных газовых гидратов по кинетическому механизму при отрицательных температурах.

Новизна работы заключается в разработке новых комбинированных антигидратных реагентов, сочетающих в себе преимущества кинетических и термодинамических ингибиторов гидратообразования. Предлагаемые антигидратные реагенты предназначены для использования в нефтегазовой отрасли для

предотвращения образования газовых гидратов.

Полученные результаты опубликованы в журнале Chemistry and Technology of Fuels and Oils (doi: 10.1 007/s 1 0553-015-0554-4).

Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»

Технология комбинированной фотодинамической/фототермической терапии опухолей.

Авторы: Башкатов А.Н., Генина Э.А., Тучин В.В., Терентюк Г.С., Панфилова, Хлебцов Б.Н., Хлебцов Н.Г., Ханадеев В., Чумаков Д., Бучарская А.Б., Маслякова Г.Н.

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 нанокомпозитами опухоли излучением лазеров существенно повышает эффективность лечения.

Национальный исследовательский Томский государственный университет».

1. Разработка арсенид галлиевых сенсоров для матричных рентгеновских детекторов, использующихся в цифровой маммографии и макромолекулярной кристаллографии.

Руководитель: Толбанова О.П.

Создана не имеющая мировых аналогов технология полупроводникового детекторного материала (GaAs<Cr>) и матричные детекторы на его основе по потребительским свойствам и соотношению цена/качество значительно превосходящие лучшие зарубежные аналоги. Синхротронное излучение высокой интенсивности является важнейшим инструментом исследования свойств материи, звёзд, строения Земли, ископаемых артефактов, биомедицинских исследований молекул, вирусов, при создании веществ с новыми свойствами.

Объединение линейки GaAs<Cr> матричных детекторов в единую систему, выполненное, является революцией в области регистрации единичных фотонов синхротронного излучения и источников на свободных электронах (XFEL). Технологии GaAs<Cr> полупроводниковых структур и продукция в виде матричных детекторов, разработанных и изготавливаемых в ТГУ, востребованы на мировом рынке, используется в ведущих мировых научных центрах CERN, DESY, ESRF, PSI, RAL, BNL, JINP и ряде “spin-off” компаний мира (Dectris, X-Counter, ImXPad, MARS, SkyScan). Сегодня ТГУ поставляет детекторы с числом элементов до 1 миллиона пикселей, используемые для регистрации синхротронного излучения, в экспериментальной физике высоких энергий, в системах формирования цифрового цветового изображения в рентгеновских и гамма лучах медицинского, научного и промышленного назначения.

2. Антитурбулентные присадки жидкотопливных реактивных двигателей.

Руководитель: Казарян М.А.

В ходе проведенных исследовательских работ получены образцы агентов снижения гидродинамического сопротивления на основе полимеров и сополимеров высших альфа-олефинов с характеристиками, сопоставимыми с лучшими образцами агентов снижения гидродинамического сопротивления иностранных фирм, выпускающих продукцию для снижения гидродинамического сопротивления при транспортировке нефти и нефтепродуктов.

Результаты, полученные в ходе выполнения проекта, могут быть использованы для создания малотоннажного производства агента снижения гидродинамического

сопротивления адаптированного для использования в топливных системах жидкостных реактивных двигателей на углеводородном топливе. Применение антитурбулентных присадок в топливных магистралях жидкостных ракетных двигателей может увеличить массу выводимого на орбиту груза, либо снизить нагрузку на турбонасосный агрегат.

В перспективе на мощностях индустриального партнера проекта (ООО «НПО «РеаСиб») возможна организация промышленного производства разработанных реагентов.

В настоящее время в университете в научных исследованиях особенно развиты междисциплинарные направления. Развитие научных школ университета, имеющих многолетнюю историю, на данном этапе основывается на проведении межпредметных исследований. Переход от междисциплинарности к трансдисциплинарности, наметившийся в науке еще в начале 70-х гг. прошлого столетия, является тенденцией развития мировой науки. Наработанный учеными университета теоретико-методологический задел в области трансдисциплинарного подхода реализуется в реальных проектах, основанных на системном мышлении повышенного уровня сложности.

3. Биогеохимические циклы арктических болотно-озерных ландшафтов Западной Сибири как индикатор климатических изменений глобального масштаба и основа для рационального природопользования региона.

Руководитель: Покровский О.С.

В результате выполнения проекта убедительно доказано, что болотно-озерные комплексы Сибири имеют важнейшую климаторегулирующую функцию на биосферном уровне. Эта функция должна учитываться при составлении глобальных моделей климатических изменений и углеродного баланса. По некоторым оценкам в болотах Западной Сибири депонировано до четверти углерода, накопленного наземными экосистемами нашей планеты! Болота в этом регионе продолжают расширять свои площади и изымают углерод из атмосферы, являясь мощнейшим поглотителем парниковых газов и, соответственно, глобальным охладителем атмосферы. Мы рекомендуем включить болотные ландшафты, наряду с лесами, в механизмы квотирования в рамках формирующегося Парижского протокола, приходящего на смену Киотскому.

Вместе с тем, впервые выявлены и подтверждены климатически обусловленные процессы обвального таяния мерзлых бугристых болот в зоне вечной мерзлоты (криолитозоне) Западной Сибири, индикаторами которых являются увеличивающиеся в площадях и вновь возникающие озера на севере криолитозоны и опорожняющиеся (исчезающие) озера в ее южной части. Открыт новый, неучтенный ранее источник выделения метана (в 25 раз более сильного парникового газа, чем CO_2), из малых, зарождающихся при таянии мерзлоты термокарстовых озер. Показано, что эмиссия метана из малых озер в десятки раз превышает его эмиссию из крупных зрелых озер.

В пределах Западной Сибири организован уникальный мега-профиль для всесезонного биогеохимического пробоотбора (весна, лето, осень, зима), протяженностью 2 500 км от гор Южной Сибири до глубокой Арктики. Вдоль профиля развернута сеть исследовательских станций: Актру (Северо-Чуйский хребет, Юго-Восточный Алтай), Кайбасово (пойма среднего течения реки Оби), Ханымей (южная кромка криолитозоны), Северо-Комсомольское месторождение (зона прерывистой мерзлоты). Ожидаемые результаты должны позволить провести качественное моделирование эволюции крупных арктических и субарктических континентальных систем в условиях глобального потепления, сопровождающегося смещением от окружающей среды с преобладанием вечной мерзлоты к окружающей среде, свободной от вечной мерзлоты в результате климатического потепления.

Санкт-Петербургский национальный исследовательский Академический университет Российской академии наук (Академический университет)

1. Предложен экспериментальный метод детектирования ДНК в терагерцовом диапазоне частот с помощью полупроводниковых наноструктур.

Авторы: Чернев А.Л., Дубина М.В., Емельянов А.К.

При исследовании вольт-амперных характеристик олигонуклеотидов обнаружен отклик, характеризующий собственную частоту идентичных коротких молекул ДНК разной длины. Разработана и предложена математическая модель детектирования сигнала от олигонуклеотидных молекул, возбуждаемых излучением от полупроводниковых наноструктур с микрорезонаторами на частоте, совпадающей с резонансной частотой одиночных олигонуклеотидов. На основании полученных результатов предложен экспериментальный метод идентификации олигонуклеотидов, различающихся по длине, в концентрации 0,2 мкг/мкл.

2. Теоретически предсказан и экспериментально подтвержден эффект сужения функции распределения по диаметру полупроводниковых нитевидных нанокристаллов GaAs, выращиваемых с галлиевыми катализаторами на подложках кремния.

Автор: Дубровский В.Г..

Эффект важен как с фундаментальной точки зрения, так и для синтеза однородных ансамблей фотонных наногетероструктур высокого кристаллического совершенства, интегрированных с кремниевой электронной платформой.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ГОСУДАРСТВЕННЫХ НАУЧНЫХ ЦЕНТРАХ

РАН, в соответствии с ФЗ-253, были запрошены сведения о выполненных в 2015г. в государственных корпорациях РОСКОСМОС, РОСНАНО, РОСАТОМ и РОСТЕХ и в государственных научных центрах фундаментальных исследованиях. Большая часть результатов, представленных ГНЦ, носит прикладной характер. Некоторые из результатов фундаментальных ориентированных научных исследований, выполненных в ГНЦ, приводятся ниже.

Роскосмос: В соответствии с письмом Статс-секретаря-заместителя руководителя Роскосмоса Д.В. Лыскова организации ракетно-космической промышленности не выполняют фундаментальные исследования по заказам Роскосмоса.

Основные направления прикладных исследований определяются Межведомственным перечнем технологий создания и использования перспективных космических средств различного целевого назначения и перечнем критических технологий Российской Федерации на 2013-2016 годы.

Ростех: В соответствии с письмом председателя НТС корпорации Ю.Н. Коптева были получены итоги выполнения поисковых и прикладных исследований за 2014 год (запрашивались за 2015 год) по программам инновационного развития госкорпорации Ростех на 2011-2020 годы и научно-технического развития госкорпорации Ростех на 2011-2015 годы.

Запрашиваемые от госкорпорации Ростех результаты и показатели по установленной форме не получены.

Росатом: Материалы не представлены.

Роснано: Материалы не представлены.

Большая часть результатов, представленных ГНЦ, носит прикладной характер. Некоторые из результатов фундаментальных ориентировнных научных исследований, выполненных в ГНЦ, приводятся ниже.

НИЦ «Курчатовский институт»

1.Мегаэксперимент АЛИСА 2015 г. В международном мегаэксперименте АЛИСА на Большом адронном коллайдере в ЦЕРН (Швейцария) при значительном вкладе специалистов подразделений НИЦ «Курчатовский институт» и специалистов ИЯФ СО РАН, ИЯИ РАН, МИФИ, СПбГУ, ВНИИЭФ, ОИЯИ выполнены рекордно точные измерения разницы в отношениях заряда к массе для лёгких ядер и антиядер: дейтрона и антидейтрона, гелия3 и антигелия3.

Установлено, что в пределах точности измерений разность этих отношений равна нулю.

Этот результат, опубликованный 17 августа в журнале Nature Physics, с беспрецедентно высокой точностью подтверждает фундаментальную симметрию сил взаимодействия между нуклонами в лёгких ядрах и антинуклонами в соответствующих антиядрах (CPT – инвариантность).

Nature Physics 11, 811-814 (2015)

2. Эксперимент CMS. Совместный анализ данных экспериментов CMS и LHCb на Большом адронном коллайдере (БАК) в ЦЕРН (Швейцария) позволил впервые получить значения вероятностей распадов B_s и B_d мезонов на пару мюонов.

Такие распады были впервые зарегистрированы на БАК после двадцатипятилетних поисков в ведущих мировых исследовательских центрах. Измеренные вероятности этих сверхредких распадов составили 2.8×10^{-9} и 3.9×10^{-10} соответственно. Эти значения зависят от параметров еще не обнаруженных частиц, включая гипотетические частицы так называемой «темной материи».

Полученный результат накладывает строгие ограничения на параметры теоретических моделей, претендующих на описание микромира при сверхвысоких энергиях.

Результат совместного анализа данных опубликован в 2015 году в высокорейтинговом научном журнале Nature.

Соавторами открытия являются физики – участники экспериментов CMS и LHCb, в том числе и сотрудники всех институтов, входящих в состав НИЦ «Курчатовский институт».

Nature, 522, 68-72 (2015)

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

1.Рассмотрены задачи разработки электродистанционных систем управления (ЭДСУ) вертолетов, внедрение которых ожидается в ближайшие годы на вертолетах следующего поколения. Предложены архитектуры цифровых ЭДСУ вертолетов с использованием различных датчиков и органов управления, структура вычислительной и исполнительной части ЭДСУ, обеспечивающая необходимый уровень надежности и отказобезопасности ЭДСУ.

Разработаны структуры и методики синтеза статических и интегрированных алгоритмов ЭДСУ вертолетов различных типов на всех режимах полета, включая режимы висения и скоростные режимы перспективного скоростного вертолета (ПСВ).

2. Разработана новая технология непосредственной отработки алгоритмов управления движением самолета на больших углах атаки в аэродинамической трубе (АДТ) с использованием динамически подобной модели, закрепленной на шарнире с 3-мя угловыми степенями свободы. Модель снабжена отклоняемыми рулями управления и бортовым измерительно-вычислительным комплексом (ИВК), который позволяет имитировать работу автоматической системы управления. ИВК включает в себя высокоточную инерциальную систему, измеряющую угловое положение модели и

компоненты её угловой скорости вращения. По этим показаниям ИВК с помощью предварительно загруженного алгоритма вычисляет требуемые углы отклонения всех органов управления и передает эти сигналы для исполнения соответствующим сервоприводам. С использованием этой технологии были разработаны специальные алгоритмы подавления продольных и боковых автоколебаний и предотвращения сваливания самолета, что позволяет существенно увеличить предельный угол атаки, до которого обеспечивается устойчивость и управляемость самолета. (ЦАГИ)

3. Создана технология и разработан пакет прикладных программ для предсказания положения начала ламинарно-турбулентного перехода (ЛТП) в пограничном слое на стреловидных и прямых крыльях. Показа применимость метода для оценки положения начала перехода на стреловидных и прямых крыльях, вызванного неустойчивостью продольного и поперечного течений, произведено сравнение с имеющимися экспериментальными данными для дозвуковых режимов обтекания. Технология и программный комплекс применяются для решения инженерных задач по оптимизации и разработке крыльев с ламинаризацией обтекания. (ЦАГИ)

Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений (ВНИИФТРИ)

Впервые в Российской Федерации разработан и изготовлен комплекс оценки измерения спектральных, мощностных и временных характеристик сигналов навигационных космических аппаратов (НКА), который, после проведения испытаний и ввода в эксплуатацию, позволит оценивать, в том числе, в полуавтоматическом режиме контролировать уровень радиосигнала и временные соотношения навигационных сигналов, принимаемых потребителем от НКА «Глонасс» и «Глонасс-М» при углах возвышения от 5 до 90 градусов, с максимально достижимой в РФ точностью. Например, погрешность измерения сдвига псевдослучайных последовательностей сигналов с открытым доступом системы ГЛОНАСС в частотных диапазонах L1, L2 и L3 составит не более 1 нс, а погрешность измерений мощности не более 1 дб. Результаты измерений, проводимых комплексом, возможно будет применять как при решении задач метрологического обеспечения системы ГЛОНАСС, так и при проведении сертификации системы ГЛОНАСС на соответствие международным требованиям.

Летно-исследовательский институт имени М.М. Громова

1.Выполнен цикл научных и экспериментальных исследований по созданию наземной стендовой базы для испытаний авиационной техники (АТ) на стойкость к воздействию электромагнитных полей высокой интенсивности (HIRF) с нормированными параметрами излучения, при полной автоматизации управления режимами работы средств испытаний и регистрации результатов в реальном масштабе времени, на основе программной среды *Agilent VEE Pro*.

Внедрение наземной стендовой базы с полной автоматизацией испытаний БО и систем на стойкость к воздействию HIRF в составе АТ позволила сократить время испытаний в 1,3... 1,5 раза и повысить достоверность результатов испытаний за счет применения помехоустойчивых оптоволоконных средств измерения и передачи данных.

С использованием созданной испытательной базы (аттестована ФГКУ «Главный научный метрологический центр Министерства обороны РФ»), проведены испытания на стойкость к воздействию HIRF отечественных самолетов: МиГ-29К, МиГ-29КУБ, Су-35С.

2. Разработана технология проведения летных испытаний с целью определения параметров оптической заметности летательных аппаратов (ЛА) и характеристик

излучения локационно-прицельных систем (ЛПС) ЛА является актуальной научно-технической задачей.

В ходе выполнения НИР «Берет» в ЛИИ им. М.М. Громова:

- проведены исследования по обоснованию технических и технологических путей создания авиационного бортового и наземных комплексов разрабатываемой измерительной базы для измерения параметров оптической заметности ЛА и определения технических характеристик авиационных оптико-электронных ЛПС;
- спроектированы и изготовлены макетные образцы основных элементов авиационного бортового и наземного измерительных комплексов в составе.
- разработаны методическое обеспечение и технологии проведения исследований с использованием воздушного и наземного измерительных комплексов по оценке параметров оптической заметности ЛА и определению характеристик авиационных оптико-электронных ЛПС;
- проведены экспериментальные наземные и летные исследования на вертолете Ми-8Т по отработке методик и технологий проведения измерений параметров оптической заметности ЛА и технических характеристик авиационных оптико-электронных ЛПС с использованием макетных образцов воздушного и наземных измерительных комплексов.

Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор»

1. В 2015 году завершен ОКР «Плавучесть». Одним из результатов ОКР «Плавучесть» является изобретение нового композиционного материала и разработка промышленной технологии его изготовления. Новый материал – гибрид стеклопластика и сферопластика. Этот многослойный композиционный материал является единственным конструкционным материалом малой плотности, который способен выдерживать давление воды на глубине более 6 км. Главный недостаток сферопластика – хрупкость, не позволяет использовать его в конструкциях испытывающих растягивающие и изгибающие нагрузки. Новый материал избавлен от этого недостатка путем создания многослойной структуры из тонких равномерно распределенных слоев материалов двух типов – легковесного сферопластика и обеспечивающего прочность при растяжении – ткани из стекловолокна.
2. Базовыми элементами высокоэффективных специализированных гидроакустических систем морского подводного оружия (МПО) и подводных лодок являются гидроакустические преобразователи. Срок сохраняемости для пьезокерамических элементов из серийных материалов согласно действующей нормативной документации ограничен 10-12 годами. До настоящего времени проблема увеличения срока службы гидроакустических систем МПО решается либо путем замены составных частей изделий, либо путем периодического, каждые 3-5 лет, (после истечения срока сохраняемости) продления сроков эксплуатации изделий. Как правило, для выполнения этих мероприятий требуются время и финансовые затраты, поэтому повышение сроков службы преобразователей, сохранение стабильности их эксплуатационных характеристик является актуальной задачей. В результате завершенной в 2015 г. ОКР «Долговечность» разработана промышленная технология производства высокоэффективных гидроакустических преобразователей и антенн с увеличенным сроком службы. Разработанная технология позволяет увеличить срок службы гидроакустических преобразователей и антенн в 2-2,5 раза и увеличить этот срок до 25 лет.

Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики

Разработан эскизный проект робототехнической системы для выполнения технологических операций на внешней поверхности космических аппаратов и

поддержки экипажа при внекорабельной деятельности в части робототехнической транспортно-манипуляционной системы.

Обслуживание перспективной космической техники требует создания новых средств робототехнического обеспечения, которые в настоящий момент отсутствуют в России. Проведенные исследования направлены на поиск путей создания робототехнической системы космического назначения, которая позволит более эффективно выполнять часть работ на внешней поверхности космических аппаратов, снизить риск для жизни и здоровья экипажа, а также помочь в решении новых научных задач.

Новизна предлагаемого проекта состоит в разработке робототехники нового поколения, способной выполнять как транспортные, так и манипуляционные технологические операции и обеспечить частичную или полную замену человека при работе на внешней поверхности космического аппарата, в частности, МКС. (ЦНИИ РТК)

Крыловский государственный научный центр.

Один из основных путей повышения энергоэффективности судов – эксплуатация единых электроэнергетических систем на оптимальных режимах работы. В рамках исследований, проводимых за счет собственных средств, создана концепция управления судном с использованием предсказательной модели. Развитие информационных технологий и микропроцессорных систем управления позволяют в настоящее время организовать интеллектуальное (оптимальное, «умное») управление судном, его системами и оборудованием по различным критериям, включая критерий энергоэффективности. Основой такого управления будут являться математические модели объектов управления. Предложен способ интеллектуального управления судном, обеспечивающий функционирование электроэнергетической системы в режиме минимального расхода топлива.

Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А.А. Бочвара

1. Основной результат в 2015 году по направлениям: разработка тепловыделяющих элементов (твэлов) дисперсионного типа для активных зон водо-водяных реакторов различного назначения (корабли ВМФ, атомные ледоколы, атомные станции малой мощности и плавучие энергоблоки, исследовательские реакторы); разработка и конструкторское сопровождение производства стержней выгорающего поглотителя (СВП) и пусковых источников нейтронов (ПИН) для активных зон транспортных ЯЭУ:

– разработана элементная база (твэлы, СВП и ПИН) для новой активной зоны универсального атомного ледокола (УАЛ), позволяющая обеспечить его уникальные ресурсные характеристики, вдвое превышающие энерговыработку и ресурс действующих атомных ледоколов;

– разработанные элементы внедрены в производство на АО «МСЗ», где при участии специалистов ВНИИНМ были изготовлены комплекты твэлов, СВП и ПИН для активных зон головного УАЛ.

2. Технология переработки СНУП ОЯТ РУ БРЕСТ-300 модуля переработки опытно-демонстрационного энергетического комплекса (ОДЭК) на площадке Сибирского химкомбината.

Создаваемый на площадке Сибирского химкомбината первый в мире опытно-демонстрационный энергокомплекс с реакторной установкой БРЕСТ-ОД-300 на быстрых нейтронах (РБН) использует смешанное нитридное уран-плутониевое (СНУП) ядерное топливо (ЯТ). Концепция топливного цикла с реакторами типа БРЕСТ базируется на самообеспечении энергопроизводства высокоэффективным ядерным

топливом по схеме ««сжигание» ЯТ→ переработка отработавшего ЯТ (ОЯТ) → рефабрикация ЯТ» с продолжительностью внешнего ядерного топливного цикла (ЗЯТЦ) не более одного года.

Для переработки СНУП ОЯТ в 2010 году ВНИИНМ была предложена комбинированная технология переработки ОЯТ, представляющая собой симбиоз пирохимических головных операций и гидрометаллургических операций аффинажа целевых продуктов (U-Pu-Np-Am) и обращения с отходами, получившая название РН-процесс. РН-процесс переработки ОЯТ РБН позволит:

- перерабатывать ОЯТ РБН с высоким выгоранием и малым временем выдержки;
- сократить объем хранимого ОЯТ и количество плутония в ЗЯТЦ РБН (снижение объемов хранимого Pu);
- перерабатывать любой тип ОЯТ РБН;
- получать конечный U-Pu-Np-продукт любой степени очистки с целью использования для рефабрикации ЯТ по таблеточной технологии.

Разработка РН-процесса ведется с 2011 года силами НИИАР, ВНИИНМ и Радиевого института. В 2014 году начато изготовление экспериментальных установок для проверки инженерных решений оборудования для пирохимических операций РН-процесса, в 2015 г. закончен монтаж установок и стендов для проверок инновационных операций гидрометаллургического передела (рис. 66) и начато проектирование модуля переработки СНУП ОЯТ и обращения с радиоактивными отходами энергокомплекса с реакторной установкой БРЕСТ-ОД-300. Пуск модуля переработки запланирован на 2020 год.

Физико-энергетический институт имени А.И. Лейпунского

1. Методы неразрушающего контроля сварочного инструмента.

Разработана методика поверхностной активации и выполнено измерение износа опытных образцов сварочных инструментов для фрикционной сварки алюминиевых сплавов. Работа проводилась с целью импортозамещения сварочного инструмента в интересах «Роскосмоса». Проведены исследования покрытий опытных образцов сварочных инструментов до и после сварки методом ядерного микроанализа. Получены результаты, позволяющие произвести выбор материала и покрытия, обеспечивающих необходимый ресурс работы инструмента.

2. Радиационный корреляционный расходомер водяного теплоносителя для реакторов типа ВВЭР.

Разработана концепция радиационного корреляционного расходомера водяного теплоносителя на базе оптоволоконных детекторов гамма-квантов. Показано, что использование оптоволоконных детекторов дает заметное преимущество разрабатываемой системе и позволяет достичь лучшей точности измерения расхода теплоносителя. Разработана методика поверки радиационного корреляционного расходомера, основанная на использовании интенсивного источника быстрых нейтронов, базирующегося на ускорителе. При таком подходе удается создавать в потоке воды контрастные, короткоживущие радиоактивные метки из Азота-16. Улучшение точности измерения расхода теплоносителя позволяет значительно точнее определять тепловую мощность реакторной установки и за счёт этого обоснованно и безопасно повысить её.

3. Разработка газовой системы контроля герметичности оболочек тепловыделяющих элементов для быстрых реакторов.

В ГНЦ РФ – ФЭИ разработана система контроля объёмной активности газа, заполняющего надреакторное пространство реактора БН-600. Система базируется на многослойной ионизационной камере. Установка позволяет оперативно отслеживать изменение удельной активности газа и получать информацию о спектре возникающих

β-частиц и, за счет этого, повысить чувствительность системы к фактам разгерметизации твэлов в активной зоне реактора. Созданная система прошла успешные испытания на работающем блоке БН-600.

ОНПП «Технология» им. А.Г.Ромашина

Исследование и разработка конструктивно-технологических решений типовых элементов авиационных конструкций из термо – и реактопластов на основе объемно-армированных преформ с использованием безавтоклавных способов формирования.

В результате выполнения работы были сформированы нормативные и конструктивно-технические базы создания авиационных конструкций из полимерных композитных материалов на основе объёмно-армированных преформ, обеспечивающих высокие прочностные характеристики изделий в трансверсальном направлении с выпуском соответствующей нормативной документаций.

Вместе с тем, использование однонаправленных композиционных материалов для ряда авиационных изделий, имеющих сложную схему нагружения в работе, не всегда является эффективным из-за низкой межслоевой прочности материала, что приводит к низкой реализации свойств исходных материалов в конструкции и, соответственно, снижению эффективности самих изделий.

Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов "Прометей"

Создание нового поколения штампуемых наноструктурированных сталей с пределом текучести 1200-1700 МПа, технологий их деформационной обработки и нанесения износостойких покрытий в обеспечение изготовления сельскохозяйственной техники с повышенным сроком эксплуатации

Актуальность исследований и разработок в области производства высокопрочных сталей и технологий нанесения износостойких покрытий для нагруженных деталей сельскохозяйственных машин, эксплуатирующихся в условиях специфического изнашивания, обусловлена возросшими более чем в 4 раза нагрузками на сельскохозяйственные агрегаты из-за увеличения скорости и глубины обработки почвы.

Разработка новых высокопрочных износостойких сталей с пределом текучести 1200-1700 МПа, технологий производства листового проката и деталей рабочих органов штамповкой взамен дорогостоящей операции фрезерования позволяет повысить срок эксплуатации почвообрабатывающих, посевных, кормоуборочных, овощеуборочных и других сельхозмашин более чем в 5 раз, снизить металлоемкость на 10% при цене, сравнимой с зарубежными аналогами). (ГНЦ "ЦНИИ КМ "Прометей")

Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА РОССИИ

1.Разработана уникальная методика использования аутологичных мезенхимальных мультипотентных стволовых клеток при лечении ожоговой болезни. Методика позволяет добиться ускоренного приживления аутотранстлантатов кожи, значительно уменьшить число хронических трофических ран и обеспечивает возможность использования более активных реабилитационных мероприятий.

2.Показано, что облучение в низких дозах до 100 мГр (компьютерная томография, повышенный естественны радиационный фон и др.) не оказывает канцерогенного эффекта.

ФГБН «ГНЦ Институт иммунологии» ФМБА РОССИИ

1. Создана модель атопического дерматита. Индукцию вызывали с помощью аппликаций модельным аллергеном – овальбумином, наносимым на кожу мышей.

Модель предназначена для оценки эффективности аллерген-специфической иммунотерапии (АСИТ) или различных наружных препаратов.

2. Разработана безъадьювантная модель хронической бронхиальной (БА) астмы у мышей. Воссозданы основные признаки БА: высокий уровень аллерген-специфических IgE антител, профилирование иммунного ответа в сторону гуморального, инфильтрация провоспалительных клеток в ткань лёгких и ремоделирование бронхов.

3. Впервые установлены детали гомеостатической пролиферации в популяции Т-клеток, сопряжённые с повышением риска развития иммунопатологии в отсутствии эмиграции Т-клеток из тимуса.

Установлено понижение числа наивных Т-клеток, а т.ж. снижение репертуара Т-клеток у тотально облучённых лиц. Установлены отличия в распределении вариантов генов DRB1*11 и DRB1*12 между группами облучённых лиц без признаков патологии и остальными группами. При сравнении групп с учётом соматического статуса установлено отличие в 4 раза. Результаты могут быть использованы при разработке мер по ограничению контакта радиочувствительных лиц с источниками повышенного радиационного риска, в том числе, при индивидуальном подборе терапии онкологических заболеваний.

4. Разработано иммуномодулирующее лекарственное средство, действующее на основе механизма интерференции РНК и способное подавлять экспрессию ИЛ-4 для профилактики и лечения респираторно-синцитиальной вирусной инфекции и связанных с ней заболеваний дыхательных путей, в т.ч. БА.

5. На основе новой уникальной технологии разработано лекарственное средство на основе рекомбинантного белка, содержащего последовательности активных миелопептидов для восстановления нормального функционирования иммунной системы у пациентов со вторичными иммунодефицитными состояниями, вызванными неблагоприятными факторами внешней среды.

6. Разработано лекарственное средство на основе комплекса мурамилпептидов для профилактики и лечения острых и хронических респираторных инфекций путём стимуляции мукозального иммунитета.

7. Разработан комбинированный препарат для эффективной защиты от бактериальных и вирусных инфекций на основе мурамилпептидов клеточной стенки бактерий и полисахаридов из гриба Шиитаки.

8. Разработана комбинированная профилактическая вакцина против шигеллёзной инфекции для профилактики дизентерий, вызванных S.flexneri 2a и S.Sonnei.

9. Получены новые данные о роли тимуса и гомеостатических процессов на периферии в пострадиационном восстановлении иммунной системы. Показана возможность коррекции пострадиационных иммунодефицитов с помощью иммунотропных агентов.

10. Охарактеризован вклад мигрирующих из тимуса лимфоцитов в пополнение Т-клеточного пула при некоторых иммунопатологиях (тимомегалии и аллергии у детей) и в результате воздействия неблагоприятных факторов среды.

Созданы усовершенствованные вектора для определения межклеточной инфекции вирусов ВИЧ-1 и HTLV-1.

11. Создан кандидатный вакцинный препарат на основе низко- и высокомолекулярной фракций слаботоксичных биополимеров углеводной природы энтеробактерий S.Sonnei и E.coli для профилактики (коррекции развития) эндотоксического (септического) шока у лиц, относящимся к «шоковым группам риска».

12. Разработан биомолекулярный комплекс для доставки в клетку препаратов на основе молекул нуклеиновых кислот. Подана заявка на изобретение.

13. Впервые получены моноклональные антитела против лимфоцитарного фосфотазо-ассоциированного протеина, которые могут составить новый кластер дифференцировки антител для иммунодиагностики опухолей лимфоидного происхождения.

14. Идентифицирован новый альтернативный (сплайсинговый) вариант гена ИЛ-5, который может рассматриваться как перспективный компонент противоастматических лекарственных средств.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные в Докладе обзор состояния фундаментальной науки в Российской Федерации и важнейшие научные достижения российских ученых, полученные в 2015 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 являютя 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. По предварительным данным, внутренние затраты на исследования и разработки в процентах к ВВП в Российской Федерации составили в 2015 г. примерно 1,10% (оценка), что существенно ниже, чем в ведущих по относительному научному потенциалу странах (Израиль – 4,21%, Корея – 4,15%, Япония – 3,47% , Финляндия – 3,31%, Швеция – 3,30%, США – 2,73%, Китай – 2,08%).

Без активного участия науки невозможны выход страны из кризиса, 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 рукодством Российской академии наук, а административно-хозяйственное сопровождение научной деятельности поручается специальным структурам. Необходимо подвести прочный нормативно-правовой и финансовый фундамент под 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 ОАН
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
ААНИИ		Государственный научный центр "Арктический и антарктический научно-исследовательский институт", ФГБУ
АКЦ ФИАН	-	Астрокосмический центр Физического института им. П.Н. Лебедева РАН
АРАН	-	Архив РАН
БЕН РАН	-	Библиотека по естественным наукам РАН
БИН РАН	-	Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН
БИП СО РАН	-	Байкальский институт природопользования Сибирского отделения РАН
БМ ИНЦ СО РАН	-	Байкальский музей Иркутского научного центра Сибирского отделения 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
ВИЛАР	-	Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений, ФГБНУ
ВНИИ ЗК им. И.Г. Калиненко	-	Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур имени И.Г. Калиненко, ФГБНУ
ВНИИ кукурузы	-	Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы, ФГБНУ
ВНИИ риса	-	Всероссийский научно-исследовательский институт риса, ФГБНУ
ВНИИВВиМ	-	Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной вирусологии и микробиологии
ВНИИЗиЗПЭ	-	Всероссийский научно-исследовательский институт земледелия и защиты почв от эрозии, ФГБНУ
ВНИИНМ	-	Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А.А. Бочвара, АО

ВНИИОК	-	Всероссийский научно-исследовательский институт овцеводства и козоводства, ФГБНУ
ВНИИФ	-	Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, ФГБНУ
ВНИИФТРИ	-	Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений, ФГУП
ВНИТИП	-	Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства, ФГБНУ
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
ГНИИС Счетной палаты РФ	-	Государственный научно-исследовательский институт системного анализа Счетной палаты Российской Федерации
ГНЦ РФ ИМБП РАН	-	Государственный научный центр Российской Федерации «Институт медико-биологических проблем РАН»
ГНЦ РФ ИТЭФ		Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» Государственный научный центр Российской Федерации Институт Теоретической и Экспериментальной Физики, ФГБУ
ГНЦ РФ – ФЭИ	-	Государственный научный центр Российской Федерации «Физико-энергетический институт имени А.И. Лейпунского», АО
ГНЦ "ЦНИИ КМ "Прометей"	-	Государственный научный центр Российской Федерации "Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов "Прометей", ФГУП
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

ГС РАН	-	Геофизическая служба РАН
ГФИ ВНЦ РАН	-	Геофизический институт Владикавказского научного центра РАН
ГЦ РАН	-	Геофизический центр РАН
ГЦКИ ВИАМ	-	Геленджикский центр климатических испытаний им. Г.В. Акимова всероссийского научно-исследовательского института авиационных материалов, ФГУП
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
ИАфр 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 проблем безопасного развития атомной энергии РАН
ИБФ СО РАН	-	Институт биофизики Сибирского отделения РАН
ИБФМ РАН	-	Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрябина
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
ИВПС КарНЦ РАН	-	Институт водных проблем Севера Карельского научного центра 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 Коми НЦ УрО РАН	-	Институт геологии Коми научного центра Уральского отделения РАН
ИГ РАН	-	Институт географии РАН
ИГ СО РАН	-	Институт географии Сибирского отделения РАН
ИГ УНЦ РАН	-	Институт геологии Уфимского научного центра РАН
ИГАБМ СО РАН	-	Институт геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения РАН
ИГГД РАН	-	Институт геологии и геохронологии докембрия РАН
ИГГ УрО РАН	-	Институт геологии и геохимии им. А.Н. Заварицкого Уральского отделения РАН
ИГД ДВО РАН	-	Институт горного дела Дальневосточного отделения РАН
ИГД СО РАН	-	Институт горного дела Сибирского отделения РАН
ИГД УрО РАН	-	Институт горного дела Уральского отделения РАН
ИГДС СО РАН	-	Институт горного дела Севера им. М.В. Черского Сибирского отделения РАН
ИГЕМ РАН	-	Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН
ИГЗ УрО РАН	-	Ильменский государственный заповедник Уральского 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
ИЗМИРАН	-	Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова 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
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 научного центра 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 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 аэрономии им. Ю.Г. Шафера Сибирского отделения РАН
ИЛ КарНЦ РАН	-	Институт леса Карельского научного центра РАН
ИЛ СО РАН	-	Институт леса им. В. Н. Сукачева Сибирского отделения 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
ИМиМ ДВО РАН	-	Институт машиноведения и металлургии Дальневосточного 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
ИМППМ	-	Институт молекулярной патологии и патоморфологии, ФГБНУ

ИМППМ	-	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 им. Е.М. Примакова РАН
ИНАСАН	-	Институт астрономии РАН
ИНБ ФИЦ Биотехнологии РАН	-	Институт биоинженерии федерального исследовательского центра Биотехнологии РАН
ИНБИ РАН	-	Институт биохимии им. А.Н. Баха РАН
ИНГГ СО РАН	-	Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.М. Трофимука Сибирского отделения РАН
ИНИР им. С.Ю. Витте	-	Некоммерческое партнерство по содействию в проведении научных исследований «Институт нового индустриального развития им. С.Ю. Витте»
ИНК РАН	-	Институт нефтехимии и катализа РАН
ИНМИ РАН	-	Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского РАН
ИНМЭ РАН	-	Институт нанотехнологий микроэлектроники РАН
ИНОЗ РАН	-	Институт озероведения РАН
ИНП РАН	-	Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН
Институт экспериментальной медицины	-	Научно-исследовательский институт экспериментальной медицины, ФГБНУ
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
ИНЭС	-	Институт экономических стратегий Отделения общественных наук 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
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
ИГИиПМНС 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 РАН
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
ИСЭиЭПС 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
ИТПЗ РАН	-	Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики 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
ИФВЭ НИЦ «Курчатовский институт»	-	Институт физики высоких энергий Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
ИФЗ РАН	-	Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН
ИФиП УрО РАН	-	Институт философии и права Уральского отделения 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
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. Девятых 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
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
ИЭИ УНЦ РАН	-	Институт этнологических исследований им. Р.Г. Кузеева Уфимского научного центра РАН
ИЭМ РАН	-	Институт экспериментальной минералогии РАН
ИЭОПП СО РАН	-	Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения 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
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
ИЯз РАН	-	Институт языкознания 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
КИББ КНЦ РАН	-	Казанский институт биохимии и биофизики Казанского научного центра РАН
КИГИ РАН	-	Калмыцкий институт гуманитарных исследований РАН
КНИИСХ им. П. П. Лукьяненко	-	Краснодарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. П. П. Лукьяненко, ФГБНУ
КФ ГС РАН	-	Камчатский филиал геофизической службы РАН
КФТИ КазНЦ РАН	-	Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского Казанского научного центра РАН
КЯТК	-	Курчатовский ядерно-технологический комплекс
ЛИИ им. М. М. Громова	-	Летно-исследовательский институт имени М.М. Громова, ОАО
ЛИН СО РАН	-	Лимнологический институт Сибирского отделения РАН
МАЭ РАН	-	Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого РАН

МГИ	-	Морской гидрофизический институт РАН
МГНЦ	-	Медико-генетический научный центр, ФГБНУ
МГУ	-	Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
МИАН	-	Математический институт им. В.А. Стеклова РАН
Минмузей РАН	-	Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана РАН
МИСиС	-	Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
МИЭТ	-	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»
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
МЭО	-	Факультет "Международные экономические отношения" Финансового университета при Правительстве Российской Федерации
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
НГУ	-	Новосибирский государственный университет
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 психического здоровья	-	Научно-исследовательский институт психического здоровья, ФГБНУ
НИИ РАХ	-	Научно-исследовательский институт теории и истории изобразительных искусств при Российской академии художеств, ФГБНИУ
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, гинекологии и репродуктологии 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
НИИСХ «Немчиновка»	-	Московский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Немчиновка», ФГБНУ
НИИСХ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого	-	Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого, ФГБНУ
НИИТПМ СО РАМН	-	Институт терапии Сибирского отделения 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
НИИЯФ МГУ	-	Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова
НИОХ СО РАН	-	Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова Сибирского отделения РАН
НИЦ «Курчатовский институт»	-	Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»
НС РАН	-	Научная станция Российской академии наук в г. Бишкеке
НТЦ микроэлектроники РАН	-	Научно-технологический центр микроэлектроники и субмикронных гетероструктур РАН
НТЦ УП РАН	-	Научно-технологический центр уникального приборостроения РАН
НЦ ПЗСРЧ	-	Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека, ФГБНУ
НЦВО РАН	-	Научный центр волоконной оптики РАН
НЦЗД	-	Научный центр здоровья детей, ФГБНУ
НЦКЭМ	-	Научный центр 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
ОНПП «Технология» им. А.Г.Ромашина	-	Обнинское научно-производственное предприятие "Технология" им. А.Г. Ромашина, АО
ОНЦ УрО РАН	-	Оренбургский научный центр Уральского отделения РАН

ПАБСИ	-	Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н. А. Аврорина Кольского научного центра РАН
ПГИ КНЦ РАН	-	Полярный геофизический институт Кольского научного центра РАН
ПетрГУ	-	Петрозаводский государственный университет
ПИБР ДНЦ РАН	-	Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН
ПИН РАН	-	Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН
ПИЯФ	-	Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова
ПНИПУ	-	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Пермский национальный исследовательский политехнический университет"
ПОМИ РАН	-	Петербургское отделение Математического института РАН
РААСН	-	Российская академия архитектуры и строительных наук
РАХ	-	Российская академия художеств
РНЦХ им. академика Б.В. Петровского	-	Российский научный центр хирургии им. академика Б.В. Петровского, ФГБНУ
РОНЦ им. Н.Н. Блохина	-	Российский онкологический научный центр им. Н.Н. Блохина, ФБГНУ
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
СибИМЭ	-	Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, ФБГНУ
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
СОПС	-	Федеральное государственное бюджетное научно-исследовательское учреждение «Совет по изучению производительных сил»
СПб АУ НОЦНТ РАН	-	Санкт-Петербургский академический университет – научно-образовательный центр нанотехнологий РАН
СПб ЭМИ РАН	-	Санкт-Петербургский экономико-математический институт РАН
СПбИИ РАН	-	Санкт-Петербургский институт истории РАН
СПбФ ИЗМИРАН	-	Санкт-Петербургский филиал Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкова РАН
СПИИРАН	-	Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
СФУ	-	Сибирский федеральный университет
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
ФИАН	-	Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН
ФИЦ ИУ РАН	-	Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление» РАН
ФтехнолИ РАН	-	Физико-технологический институт РАН
ФТИ РАН	-	Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН
ЦАГИ	-	Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н. Е. Жуковского, ФГУП
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

ЦНИИ РТК	-	Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики, ФГАНУ
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
ЦФТПЭС КНЦ РАН	-	Центр физико-технических проблем энергетики севера Кольского научного центра 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

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Сводный перечень программ фундаментальных исследований президиума РАН на 2015 год

(Постановление президиума РАН от 23.12.2014 № 176, Распоряжение президиума РАН от 03.02.2015 № 10115-54)

№ п/п	*Наименование программ*
1	Наноструктуры: физика, химия, биология, основы технологий
2	Актуальные проблемы физики низких температур
3	Фундаментальные проблемы факторизационных методов в различных областях
4	Исследование исторического процесса развития науки и техники в России: место в мировом научном сообществе, социальные и структурные трансформации
5	Месторождения стратегического сырья в России: инновационные подходы к их прогнозированию, оценке и добыче
6	Проблемы создания высокопроизводительных, распределенных и облачных систем и технологий
7	Молекулярная и клеточная биология
8	Интеллектуальные информационные технологии и системы
9	Экспериментальные и теоретические исследования объектов Солнечной системы и планетных систем звезд
10	Химический анализ и исследование структуры веществ: фундаментальные основы и новые методы
11	Электрофизика и электроника мощных импульсных систем
12	Анализ и прогноз долгосрочных тенденций научного и технологического развития: Россия и мир
13	Теплофизика высоких плотностей энергии
14	Нефть из глубоких горизонтов осадочных бассейнов – источник пополнения ресурсной базы углеводородного сырья: теоретические и прикладные аспекты
15	Актуальные проблемы энергетики и создание новых энергетических технологий
16	Пространственное развитие России в XXI веке: природа, общество и их взаимодействие

17	Научные основы создания новых функциональных материалов
18	Природные катастрофы и адаптационные процессы в условиях изменяющегося климата и развития атомной энергетики
19	Сверхчувствительные сенсоры и гигантское усиление полей оптическими метаматериалами
20	Фундаментальные основы ресурсосберегающих технологий создания металлов, сплавов, композитов и керамики с повышенными свойствами
21	Экстремальное лазерное излучение: физика и фундаментальные приложения
22	Проблемы развития полиэтничного макрорегиона в условиях дестабилизации Каспийско-Черноморского зарубежья
23	Фундаментальные проблемы оценки состояния и перспектив развития российской науки
24	Фундаментальные исследования процессов горения и взрыва
25	Фундаментальные аспекты химии углеродной энергетики
26	Механизмы интеграции молекулярных систем при реализации физиологических функций
27	Социально-математическое моделирование процессов повышения эффективности научных исследований и качества образования
28	Математические задачи современной теории управления
29	Биоразнообразие природных систем
30	Эволюция органического мира и планетарных процессов
31	Физика высоких энергий и нейтринная астрофизика
32	Электронный спиновый резонанс, спин-зависящие электронные эффекты и спиновые технологии
33	Фундаментальные проблемы удержания и нагрева плазмы в магнитных ловушках
34	Материя при высоких давлениях
35	Разработка методов получения химических веществ и создание новых материалов
36	Историческая память и российская идентичность

37	Нелинейная динамика в математических и физических науках
38	Финансово-правовые механизмы обеспечения прозрачности ведения бизнеса
39	Физико-химические проблемы поверхностных явлений
40	Актуальные проблемы робототехники
41	Переходные и взрывные процессы в астрофизике
42	Фундаментальные и прикладные проблемы фотоники и физика новых оптических материалов
43	Мировой океан: многофазность, многомасштабность, многокомпонентность
	Программы по стратегическим направлениям развития науки
1	Фундаментальные исследования для разработки биомедицинских технологий
2	Фундаментальные основы технологий двойного назначения в интересах национальной безопасности
3	Поисковые фундаментальные научные исследования в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации
4	Фундаментальные проблемы математического моделирования

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Российская Академия Наук

Стратегия Научно-технологического развития России на долгосрочный период

Концепция

18 марта 2016

Оглавление

1. Актуальность разработки Стратегии 263

2. Научно-технологическое развитие как фактор обеспечения глобальной конкурентоспсобности 263

3. Цель Стратегии и условия ее реализации.....266

4. Стратегические приоритеты развития России и приоритеты научно-технологического развития.....267

5. Основные задачи 270

5.1. Импортозамещение.....270

5.2. Реиндустриализация 272

5.3. Безопасность и экология технологий.....273

5.4. Государственно-частное партнерство и развитие наукоемкого бизнеса.....273

6. Институциональное обеспечение Стратегии 274

6.1. Основные институты, обеспечивающие научно-технологическое развитие.....274

6.2. Современное состояние нормативно-правовой базы НТР.....274

6.3. Кадровое обеспечение 275

6.4. Управление реализацией 277

6.5. Нормативное правовое обеспечение 278

7. Риск реализации 278

Приложение 1. Перечень критических технологий Российской Федерации, утверждённый Указом Президента РФ от 7 июля 2011 года № 899.....279

Приложение 2. Основные положения экологии технологий.....280

Приложение 3. Концептуальная модель организации деятельности научно-производственных консорциумов 281

Приложение 4. Доктрина технологического развития Российской Федерации (Структура) 284

...нам необходимо приступить к разработке стратегии научно-технологического развития России на долгосрочный период. Это должен быть документ, базирующийся на наших существующих заделах, но при этом, безусловно, ориентированный в будущее, на серьёзные интеллектуальные прорывы, учитывающий качественно новые вызовы, как внешние, так и внутренние, стоящие перед Россией. И конечно, в нём должна быть заложена логика повышения роли науки как важнейшего инструмента и института развития общества.

В.В. Путин, 25.06.2015

1. Актуальность разработки Стратегии

Настоящая Концепция обосновывает необходимость и своевременность разработки Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (далее – Стратегии), определяет ее принципы и направления, а также ее место в системе нормативных актов государства. Представляет собой систему положений, определяющих основные стратегические и тактические цели, задачи, направления, приоритеты и принципы научно-технологического развития Российской Федерации в современных социально-экономических условиях, реализация которых будет способствовать повышению эффективности использования ресурсов.

Концепция подготовлена в соответствии с основными положениями следующих документов:

Стратегии национальной безопасности Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 31 декабря 2015 года № 683;

Федерального закона Российской Федерации от 28 июня 2014 года № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации»;

Прогноза научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации в январе 2014 года;

Государственной программы Российской Федерации «Развитие науки и технологий» (распоряжение Правительства Российской Федерации от 20.12.2012 № 2433-р);

Основ политики Российской Федерации в области развития науки и технологий на период до 2020 года и дальнейшую перспективу;

Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. № 2227-р;

Перечня базовых критических технологий Российской Федерации.

2. Научно-технологическое развитие как фактор обеспечения глобальной конкурентоспособности

Интенсивное технологическое развитие, начавшееся во второй половине прошлого века, стимулировало глобальные геополитические трансформации, формирование нового мирового порядка, который определяют:

- страны – технологические лидеры
- страны – индустриальные доноры
- страны – ресурсные доноры

Лидирующую роль в новом порядке занимают страны, обеспечивающие высокие темпы экономического развития и повышения качества жизни населения за

счет эффективного использования собственных и привлеченных ресурсов и научно-технологического потенциала (табл. 1).

Таблица 1.

Сравнительные характеристики стран – технологических лидеров и стран – ресурсных доноров

Технологические лидеры	***Ресурсные доноры***
Наличие четкой и внятной научно-технической и инновационной политики, ориентированной на технологическое лидерство, подкрепленной необходимыми ресурсами	Отсутствие четких целей и приоритетов научной политики, преимущественно институциональные реформы
Многообразие форм организации научных исследований	Преимущественно университетская наука
Наукоемкая промышленность, основанная на собственных технологиях	Промышленность, основанная на импортируемых технологиях, «отверточная сборка»
Образование, ориентированное на подготовку творцов	Образование, ориентированное на подготовку квалифицированных потребителей
Бизнес – основной инвестор исследований и разработок	Государство – основной инвестор научных исследований
Бизнес работает на развитие общества	Бизнес работает на получение прибыли

Наряду с глобальными геополитическим трансформациями происходит формирование новой технологической структуры – постиндустриального технологического уклада (ПТУ), ориентированного на повышение качества жизни человека. Основу ПТУ составляет фундаментальная наука, на основе результатов которой формируются технологические сектора трех типов (табл. 2):

- на базе одного физического принципа формируются технологии различного назначения (например, лазерные технологии);
- для решения одной задачи используются технологии, основанные на различных физических принципах (например, технологии лечения сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, технологии передачи информации, технологии строительства и т.д.);
- технологии, создаваемые на основе междисциплинарных исследований (например, NBIC-технологии).

Россия, утратив в ходе трансформаций 1990-х годов значительную часть наукоемкого промышленного комплекса, резко сократив государственную поддержку научных исследований и разработок, превратилась в державу, зависимую от конъюнктуры на рынке углеводородных энергоносителей и от зарубежных поставок технологий, оборудования, товаров потребления, в том числе необходимых для обеспечения жизнедеятельности, подсев тем самым на «технологическую иглу». Основным фактором развития стал ресурсодобывающий комплекс. Эта ситуация негативно отразилась на темпах развития страны, на ее обороноспособности и создала реальные предпосылки для утраты технологического, экономического, а в перспективе и политического суверенитета и дезинтеграции государства.

Таблица 2.

Структура Постиндустриального Технологического Уклада (ПТУ)

Фундаментальные научные исследования		
Приоритеты социально-экономического развития	*Ядро технологического уклада*	
	Технологический сектор	*Базовые технологии*
Безопасность Жильё и ЖКХ Здравоохранение Образование Продовольствие Рабочие места Транспорт Энергетика Экология Управление	***ТС-1***	Биотехнологии Лазерные технологии Нанотехнологии Ядерные технологии
	ТС-2	ИКТ Космические технологии Социальные технологии Технологии природопользования Технологии строительства Энергетика
	ТС-3	Междисциплинарные технологии (NBIC – технологии) Мехатроника

Наличие природных ресурсов наряду с человеческим капиталом, географическим положением, является глобальным конкурентным преимуществом Российской Федерации, и задача состоит в том, чтобы максимально их используя, войти в число стран первого эшелона в формирующемся мировом укладе. При этом статус государства определяется уровнем его конкурентоспособности, т.е. возможностью привлекать внешние ресурсы для собственного развития и определять правила игры на мировом рынке (рис.1).

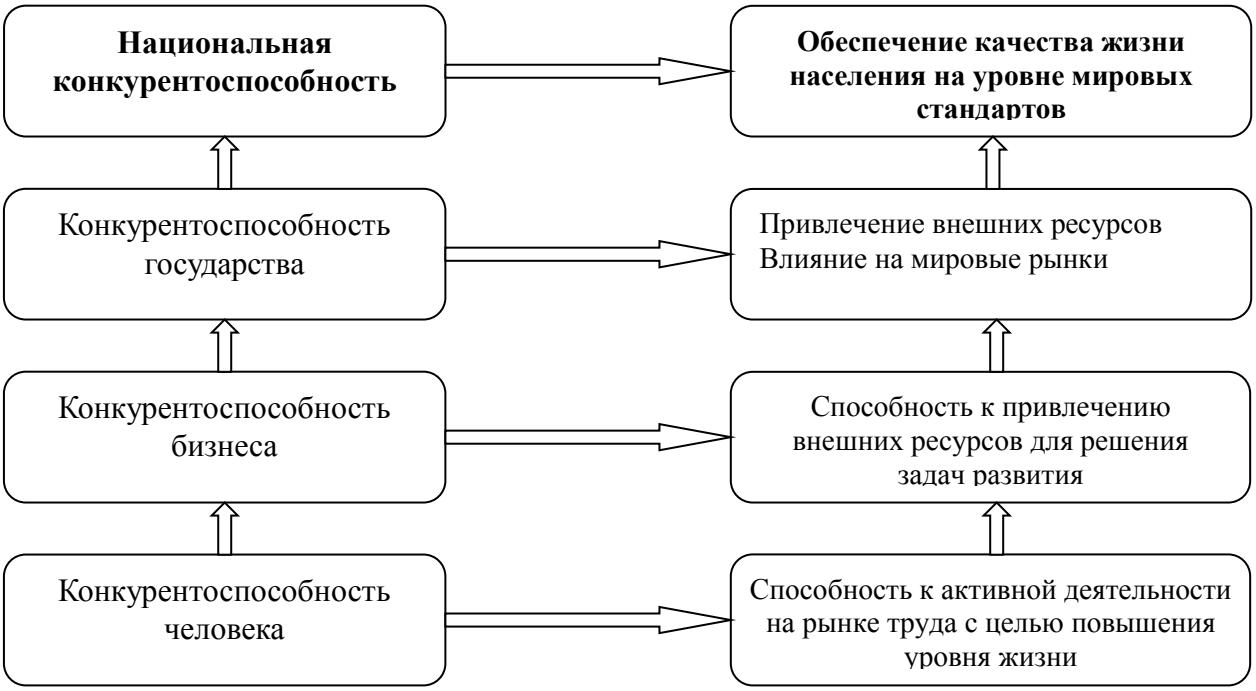


Рис. 1. Национальная конкурентоспособность и её составляющие

Сложившаяся в России в последние годы ситуация, усугубленная внешними условиями, объективно требует выработки новых подходов к социально-экономическому и технологическому развитию страны и отказа от не оправдавших себя моделей. Очевидно, что для решения проблемы необходимо, реализовать две задачи:

1. Обеспечить технологический суверенитет.
2. Провести реиндустриализацию экономики с целью создания качественно новых видов продукции, обеспечив тем самым формирование новых рынков наукоемкой продукции и занятие на них лидирующего положения.

В краткосрочной перспективе (5-7 лет) должны быть решены основные проблемы импортозамещения, а в долгосрочной (20-30 лет) – необходимо осуществить переход к постиндустриальному технологическому укладу (табл. 2) и реиндустриализации, что позволит России вернуть себе статус мирового технологического лидера и обеспечить технологический паритет с развитыми странами.

Эти два направления должны составить основу Стратегии научно-технологического развития России на долгосрочную перспективу.

3. Цель Стратегии и условия ее реализации

Целью Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации в долгосрочной перспективе является обеспечение глобального технологического паритета России и стран – технологических лидеров.

В соответствии со Стратегией национальной безопасности Российской Федерации (ст. 70) «для решения задач национальной безопасности в области науки, технологий и образования необходимы: комплексное развитие научного потенциала, восстановление полного научно-производственного цикла – от фундаментальных научных исследований до внедрения достижений прикладной науки в производство в соответствии с приоритетами социально-экономического, научного и научно-технологического развития Российской Федерации».

Достижение этой цели потребует реализации полного инновационного цикла: фундаментальные исследования – НИОКР – опытное производство – серийное производство – реализация. Для реализации цикла **необходимо добиться того, чтобы институциональная структура, обеспечивающая реализацию каждой фазы инновационного цикла, была восприимчивой к результатам, полученным на предыдущем этапе,** что потребует формирование новой модели взаимодействия науки и бизнеса.

Справочно. По своей сути бизнес ориентирован на достижение осязаемого результата в реальном времени – работает на сегодняшний день. Но для своего развития и обеспечения конкурентоспособности бизнес должен использовать новейшие технологии, которые в настоящее время разрабатываются в секторе прикладной науки – прикладная наука работает на завтрашний день.

Основу будущих технологий составляют результаты выполняемых сегодня фундаментальных исследований – фундаментальная наука работает на послезавтрашний день, «за горизонт».

Текущее состояние фундаментальной науки определяет состояние бизнеса в долгосрочной перспективе. Состояние бизнеса и понимание им стратегии своего развития определяет состояние фундаментальной науки.

Фундаментальная наука – системообразующий институт, обеспечивающий получение новых знаний в интересах развития образования и создания качественно новых технологий.

Фундаментальная наука	
Функции	**Особенности**
Образовательная Познавательная Прогностическая Экспертная	Объективность Непредсказуемость результатов Отрицательный результат – тоже результат Неопределенность практического использования

4. Стратегические приоритеты развития России и приоритеты научно-технологического развития.

Современное состояние государства в полной мере определяется факторами, которые можно рассматривать как стратегические приоритеты развития.

Стратегия национальной безопасности Российской Федерации выделяет следующие **стратегические национальные приоритеты**:

оборона страны;
государственная и общественная безопасность;
повышение качества жизни российских граждан;
экономический рост;
наука, технологии и образование;
здравоохранение;
культура;
экология живых систем и рациональное природопользование;
стратегическая стабильность и равноправное стратегическое партнерство.

Национальные интересы России

Укрепление обороны страны
Укрепление национального согласия
Повышение качества жизни
Сохранение и развитие культуры
Повышение конкурентоспособности национальной экономики
Закрепление за Россией статуса одной из лидирующих мировых держав.

Приоритетные направления развития науки, технологий и техники определяются Указом Президента Российской Федерации и обновляются каждые четыре года (приложение 1).

В современных условиях главная проблема выработки приоритетов социально-экономического и научно-технологического развития России заключается в сегментации, т.е. для каждого направления, для каждой отрасли разрабатываются собственные приоритеты развития, не объединенные в единую систему. Поэтому задача сводится к выработке единой системы приоритетов развития (ЕСПР). Наличие единой системы приоритетов является обязательным условием реализации полного инновационного цикла.

При этом **необходимо исходить из того, что фундаментальная наука является системообразующим государственным институтом, обеспечивающим получение новых знаний для развития образования и разработки новых технологий, а также для выработки государственных решений.**

Базовые принципы формирования единой системы приоритетов социально-экономического и научно-технологического развития.

1. Приоритетные технологические направления определяются исходя из потребностей государства, общества и конкретного человека, с учетом возможностей бизнеса.
2. Потребности государства определяются исходя из конституционных норм.
3. Потребности общества определяются законами общественного развития.
4. Потребности человека определяются уровнем культуры и направлены на повышение качества жизни.
5. Фундаментальная наука входит в ЕСПР как самостоятельный приоритет. Направления фундаментальных научных исследований и механизмы их реализации определяются самостоятельно научным сообществом, исходя из имеющихся ресурсов и с учетом стратегических приоритетов развития.
6. Задача бизнеса – обеспечивать развитие уже существующих рынков, а также формирование новых, основу которых составляют качественно новые виды продукции.

Первым уровнем ЕСПР являются стратегические приоритеты развития.

На втором уровне формируются приоритеты социально-экономического и научно-технологического развития, обеспечивающие реализацию стратегических приоритетов.

Третий уровень определяет критические направления, играющие ключевую роль в обеспечении жизнедеятельности государства. К ним относятся: оборона и безопасность, здравоохранение, в т.ч. фармацевтика и медицинская техника, продовольствие, информационные технологии, новые материалы, энергетика.

Приоритеты третьего уровня могут рассматриваться как приоритеты развития науки, техники и технологий на краткосрочную (до 5 лет) перспективу.

ЕСПР определяет направления государственной поддержки и дает сигналы бизнесу со стороны государства, приглашая его к участию в решении конкретных проблем.

ЕСПР представляет собой совокупность частных приоритетов (направлений), обеспечивающих реализацию стратегических направлений развития: безопасность, ЖКХ, сельское хозяйство и продовольствие, здравоохранение, образование, наука, культура, энергетика, транспорт, связь и телекоммуникации, архитектура и градостроительство, экология, управление.

Количественные показатели, характеризующие уровень состояния каждого направления, определяются путем сравнения с аналогичными показателями ведущих мировых держав (G8, G20, БРИКС).

Определение целей, задач, показателей и механизмов реализации по каждому из перечисленных направлений осуществляется на основе результатов прогнозных исследований, в ходе которых по каждому направлению определяются современные тенденции развития, параметры состояния, выявляются необходимые виды продукции и услуг, а также производится необходимая оценка ресурсов, требуемых для реализации стратегических приоритетов развития (рис. 2).

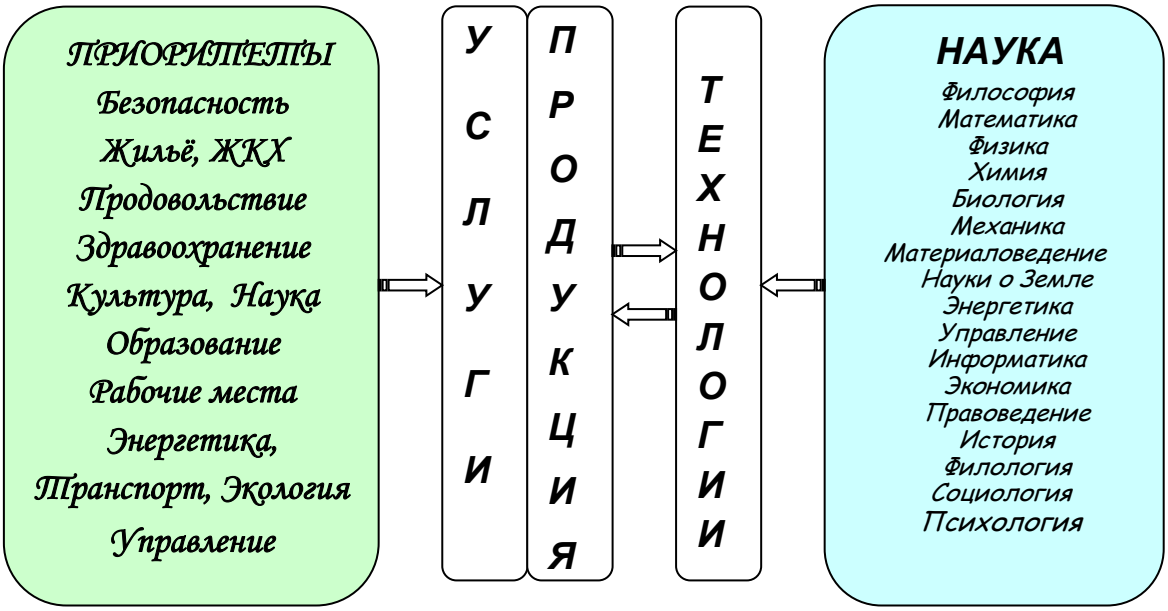


Рис. 2. Социально ориентированное научно-технологическое прогнозирование

На основе результатов прогнозных исследований также формируется перечень базовых критических технологий (КТ), обеспечивающих развитие этих направлений. При этом определяются:

- мировые тенденции развития,
- состояние в России на текущий момент,
- перспективные потребности в конкретных видах продукции, включая оценку возможной доли рынка в России и за рубежом
- сценарий развития, включая оценку необходимых затрат,
- данные по критическим и прорывным технологиям по следующим категориям:

КТ-1 – имеющиеся в России технологии, достаточные для реализации конкретных задач,

КТ-2 – технологии, отсутствующие в России, но существующие в мире,

КТ-3 – технологии, по которым Россия или находится на зарубежном уровне, или может достичь его в обозримом будущем при условии проведения соответствующих прикладных исследований,

КТ-4 – несуществующие технологии, необходимые для реализации конкретных задач, для разработки которых требуется проведение ориентированных фундаментальных и прикладных исследований.

По результатам формируется заказ на конечную продукцию и услуги, на которые будут ориентированы исследования и разработки, производство и профессиональное образование. Таким образом, определяются и детализируются направления и ресурсные потребности конкретных исследований и разработок.

При этом определяются возможности участия бизнеса в решении поставленных задач и механизмы государственно-частного партнерства.

Создание в рамках указанных направлений отечественным научно-промышленным комплексом наукоемкой продукции, отвечающей современным стандартам стран – технологических лидеров, позволит обеспечить минимально допустимый уровень экономической и технологической безопасности, а также способствовать преодолению системного кризиса научно-промышленного комплекса и переходу экономики на инновационное развитие.

5. Основные задачи

5.1. Импортозамещение

...разумное импортозамещение – это наш долгосрочный приоритет независимо от внешних обстоятельств…,

программы импортозамещения должны работать на создание в России массового слоя производственных компаний, способных быть конкурентными не только внутри страны, но и на международных рынках.

В.В. Путин 04.12.2014

...там, где это связано с национальной обороной, там и будем заниматься импортозамещением. Там, где мы должны восстановить свою собственную компетенцию в высокотехнологичных сферах, мы обязательно можем и должны это сделать. Это и есть развитие страны, это и есть развитие нашей экономики.

В.В. Путин 27.04. 2014

В соответствии со Стратегий национальной безопасности Российской Федерации (ст. 68) «факторами, негативно влияющими на национальную безопасность в области науки, технологий и образования, являются отставание в развитии высоких технологий, зависимость от импортных поставок научного, испытательного оборудования, приборов и электронных компонентов, программных и аппаратных средств вычислительной техники, стратегических материалов…».

Проблема импортозамещения является ключевой в решении задачи обеспечения технологического суверенитета и с учетом динамики глобальных процессов должна быть решена в краткосрочной перспективе: 5-7 лет.

Основная задача импортозамещения – создание собственной промышленности, позволяющей обеспечить технологическую независимость страны от внешних поставщиков по номенклатуре продукции, необходимой для обеспечения минимально допустимого уровня жизнедеятельности и безопасности.

Критические виды продукции – товары, необходимые для поддержания жизнедеятельности и безопасности на минимально допустимом уровне.

Критическими технологиями – ключевые технологии, необходимые для обеспечения выпуска критических видов продукции.

Этапы импортозамещения:

1. *Определение номенклатуры критически важных товаров* (прежде всего – продукция, необходимая для обеспечения жизнедеятельности).
2. *Определение критических технологий*

Исходя из выбранного списка критически важных товаров, определяется перечень критических технологий, необходимых для их выпуска. При этом в случае невозможности их собственной разработки принимаются меры по заимствованию. Одновременно с этим выдаются задания научным организациям на разработку критических технологий.

3. Определение необходимого технологического оборудования.

Требуется произвести инвентаризацию производственного оборудования, необходимого для обеспечения выпуска продукции критически важных технологий. На основе этого разработать программу модернизации и развития собственной производственной базы.

4. Определение степени импортозамещения.

На этом этапе определяются возможности по обеспечению выпуска продукции, а именно: научный задел, технологические проработки, возможности производства. В большинстве случаев решить полностью проблему импортозамещения не удастся. Поэтому по каждому перечню товаров необходимо определить стартовые условия импортозамещения, исходя из следующих вариантов:

А) Продукция в России не выпускается, технологий и оборудования для ее производства нет. При данном варианте осуществляется процесс заимствования с последующим созданием собственной научно-технологической и производственной базы.

Б) Продукция производится, но по «отверточной» схеме. В этом случае необходимо провести детальное изучение технологий на предмет их совершенствования и освоения собственными силами. И на этой основе создавать собственные аналоги.

В) Продукция выпускается собственными силами по собственным технологиям, но на базе импортного оборудования. В этом варианте применительно к данной группе товаров необходимо разработать меры по развитию производственной базы.

Механизмом решения проблемы импортозамещения должна стать программа «Импортозамещение -2020», имеющая особый государственный статус (рис. 3).

«У нас есть уникальная возможность и уникальный случай, который заключается в том, что, переходя к этой программе импортозамещения, мы можем все строить на абсолютно новой, самой современной технологической, технической и научной базе» (В.В. Путин, 12.05.2015).

Рис. 3. Схема формирования Программы «Импортозамещение-2020»

5.2. Реиндустриализация

Россия способна не только провести масштабное обновление своей промышленности, но и стать поставщиком идей, технологий для всего мира, занять лидирующие позиции в производстве товаров и услуг, которые будут формировать глобальную технологическую повестку.

В.В. Путин, 4.12.2014

Решение проблемы импортозамещения позволит обеспечить минимальную технологическую безопасность и независимость, но не приведет к технологическому паритету России с развитыми странами. Проблема состоит в том, что импортозамещение реализуется по схеме догоняющего развития, т.е. создаваемые продукция и технологии будут в основном повторять уже известные, хотя некоторые из них по своим параметрам могут и превосходить известные аналоги.

Задачи реиндустриализации.

Создание научно-промышленной системы, обеспечивающей выпуск качественно новых видов продукции на основе новейших результатов фундаментальных исследований и создание новых глобальных рынков высокотехнологичной продукции.

Переход к новой технологической структуре – перспективному технологическому укладу.

Решив эти проблемы, можно занять лидирующее положение в мире не только в технологическом плане, но и в плане экономическом и политическом. Добиться этого можно, если реализовать подход «обгонять, не догоняя».

Механизмом реиндустриализации должна стать Государственная Программа «Технологический паритет 2030», объединяющая основных участников инновационного процесса.

5.3. Безопасность и экология технологий

…обращаю ваше внимание на необходимость обеспечить высокое качество новой продукции…
В.В. Путин, 12.05.2015

Современные технологии и новые виды продукции не только создают новые возможности для развития, но могут давать и обратный эффект. Это является следствием естественных ограничений, которые при выходе за установленные параметры либо прекращают действие технологий, либо создают эффект, отличающийся от заявленного, что представляет угрозу ввиду неопределенности последствий (приложение 2).

Разработка и внедрение принципиально новых технологий и видов продукции потребуют кардинального пересмотра подходов к обеспечению безопасности технологий, к критериям и нормам безопасности разрабатываемых технологий и новых видов продукции, к разработке новой системы стандартизации, с учетом положений экологии технологий.

Известно, что технологическое развитие только тогда дает положительный эффект, когда уровень общей культуры населения, обусловленный современным образованием и воспитанием, соответствует технологическому уровню. При этом современная система образования, наряду с другими задачами, должна не только способствовать получению новых фундаментальных знаний, созданию на этой базе новых технологий и продукции, но и обеспечить культуру специалистов и населения в целом, необходимую для безопасной эксплуатации современных технических систем и высокотехнологичной продукции.

Необходимо создание системы мониторинга состояния критически важных объектов в реальном времени (текущего состояния опасных химических производств, атомных объектов, скоростного и авиационного транспорта, нефтегазопроводов, мостов, тоннелей и метро, объектов массового пребывания людей, гидростанций и т.д.).

Требуется создание целостной системы стандартизации в области технологических инноваций, разработка процедур и регламентов по следующим направлениям:

порядок рассмотрения инновационных проектов, финансируемых из бюджетных средств;

экспертная оценка инновационных проектов;

требования к закупкам инновационной продукции на объектах техносферы;

сопровождение изделий на всех стадиях жизненного цикла;

порядок оценки эффективности инновационных проектов;

хеджирование рисков инновационных проектов;

организация технического аудита инновационных проектов;

управление реализацией научно-технических работ.

Необходимо обратить особое внимание на процесс гармонизации законодательства Российской Федерации с нормами международного права в части техногенного воздействия на окружающую среду.

5.4. Государственно-частное партнерство и развитие наукоемкого бизнеса

Мы стараемся создать более благоприятные условия для развития производственной части бизнеса, реального производства, но это идёт довольно

сложно….,очень трудно переориентировать участников экономической деятельности заниматься тем, что менее прибыльно, чем нефть и газ, или производная от них.
В.В. Путин, 18.12.2014

Необходима разработка организационных, финансово-экономических и юридических механизмов поддержки развития высокотехнологичных отраслей и наукоемких производств на условиях государственно-частных партнерств (ГЧП), объединяющих в различных комбинациях государственные, общественные и бизнес-структуры. Это позволяет обеспечить концентрацию ресурсов на приоритетных направлениях, сформировать гибкую систему управления процессами организации и выпуска продукции и оказания услуг, установить высокие темпы технологического и социально-экономического развития при оптимальном распределении имеющихся ресурсов.

Необходимо всячески поощрять инициативы предпринимателей, направленные на создание новых рынков и технологий, вне зависимости от того насколько это находится в сфере интересов государства, поскольку приоритеты государства и общества не всегда могут совпадать. Бизнес призван разрешить этот конфликт интересов путем предоставления обществу товаров и услуг, поставка которых не обеспечивается государством.

С этой целью целесообразно силами Агентства стратегических инициатив совместно с институтами развития наладить работу по отбору и продвижению перспективных проектов и подготовку кадров для их реализации.

6. Институциональное обеспечение Стратегии

6.1. Основные институты, обеспечивающие научно-технологическое развитие.

Реализация Стратегии научно-технологического развития потребует совершенствования институциональной структуры сектора исследований и разработок и реального сектора экономики в следующих направлениях:

1. Законодательное закрепление за Российской академией наук ответственности за организацию и проведение фундаментальных научных исследований в Российской Федерации и статуса государственной экспертной организации в Российской Федерации.
2. Развитие государственных академий наук, системы Государственных научных центров (ГНЦ) и Национальных исследовательских центров для реализации прорывных направлений, установленных Стратегией научно-технологического развития.
3. Совершенствование работы госкорпораций с целью формирования новых рынков наукоемкой продукции.
4. Развитие вузовской науки на основе интеграции с ведущими научными организациями.
5. Разработка механизмов формирования научно-промышленных консорциумов (приложение 3).

6.2. Современное состояние нормативно-правовой базы НТР

Нормативно-правовое регулирование инновационной деятельности в России осуществляется на основе принимаемых в соответствии с Конституцией РФ, Гражданским кодексом РФ, законов и иных нормативно-правовых актов РФ и субъектов РФ, а также на базе международных договоров РФ, относящихся к инновационной деятельности.

Ключевую роль в регулировании и развитии инновационной деятельности в стране играют документы стратегического планирования, основными из которых являются Стратегия национальной безопасности Российской Федерации и приравненная к ней по статусу Стратегия научно-технологического развития. В число документов стратегического планирования также входит долгосрочный прогноз научно-технологического развития Российской Федерации.

Законодательную базу, определяющую отношения в сфере НТР, следует сгруппировать следующим образом:

1. Правовые акты, определяющие целевые установки государственной политики (концепции, программы, доктрины).
2. Указы, законы, постановления и распоряжения, определяющие функции органов государственной и исполнительной власти, научных, негосударственных организаций и фондов в части инновационной деятельности.
3. Акты Правительства РФ, утверждающие планы действий в области модернизации экономики на краткосрочную и долгосрочную перспективу. Указанная группа нормативных актов содержит основные положения концепции реформирования науки, инновационного развития экономики, инфраструктуры инновационной деятельности, а также мероприятия по стимулированию инноваций.
4. Законы, регулирующие статус инновационно активных территорий (наукоградов, академгородков и т.п.).
5. Региональное законодательство об инновациях (законы и концепции).

Анализ законодательства в инновационной сфере свидетельствует о значительном числе нормативных правовых документов. При этом необходимо отметить отсутствие единой согласованной законодательной базы, несмотря на интенсивную работу по усовершенствованию правового поля.

Также необходимо совершенствование нормативно-правовой базы и правовых мер обеспечения НТР, в частности:

- проведение аудита и создание механизма обновления требований НТР;
- системное совершенствование законодательства Российской Федерации в сфере НТР, в том числе на основе адаптации правовых норм из законодательств зарубежных государств, и приведение законодательства Российской Федерации в сфере НТР в соответствие с ратифицированными международными соглашениями;
- законодательное регламентирование привлечения экспертного сообщества, научных и некоммерческих организаций к подготовке ключевых проектов нормативных документов в сфере НТР.

6.3. Кадровое обеспечение

Качество инженерных кадров становится одним из ключевых факторов конкурентоспособности государства и, что принципиально важно, основой для его технологической, экономической независимости.

В.В. Путин 23.06.2014

Для реализации Стратегии научно-технологического развития России необходимы кардинальные изменения системы образования, прежде всего переход от

подготовки «квалифицированных потребителей» к инновационной системе образования (табл.3).

Таблица 3

Сравнительный анализ инновационной системы образования (ИСО) и системы подготовки квалифицированного потребителя (СПКП)

Основные характеристики	**ИСО**	**СПКП**
Базовый принцип образования	Фундаментальность	Компетенции
Базовая квалификация	Специалисты, ориентированные на работу в сфере науки, высоких технологий и наукоемких производств, проведение самостоятельных исследований и разработок	Кадры, ориентированные на восприятие зарубежных технологий
Поддержание квалификации	Возможность самостоятельного образования в течение всей жизни	Необходимо создание специальной системы, обеспечивающей образование в течение всей жизни
Уровень конкурентоспособности	Конкурентоспособность на международном рынке труда в течение всего активного периода жизни	Конкурентоспособность на внутреннем рынке труда при условии периодической переподготовки.
Интеграция в международный образовательный процесс	Привлечение студентов из развитых стран	Привлечение студентов из стран второго эшелона Отъезд молодежи в страны – технологические лидеры для получения фундаментального образования

Необходимо формировать интерес к техническому творчеству, начиная со школьной скамьи, что может быть достигнуто двумя путями:

расширением сети специализированных учебных заведений общего образования с углубленной естественнонаучной и физико-математической подготовкой, или созданием аналогичных структурных подразделений в крупных образовательных комплексах;

созданием системы внеклассной работы, ориентированной на развитие технического творчества школьников, в том числе школьных технопарков.

Применительно к системе высшего образования основной принцип формирования ИСО формулируется как рациональное сочетание творческого и компетентностного подхода. В соответствии с этим предлагается следующая институциональная структура:

фундаментальное образование дается в системе ведущих университетов,

компетентностный подход реализуется в институтах и учебных академиях, системе профессионального обучения.

При этом вузам устанавливается определенный статус, а их принадлежность и подчиненность определяются распределением обязанностей и полномочий между федеральным правительством, регионами и коммерческими структурами.

1. *Университеты федерального подчинения,* получающие бюджетные средства на обеспечение образовательного процесса из средств федерального бюджета. К ним относятся МГУ им. М.В. Ломоносова, СПбГУ, федеральные университеты, национальные исследовательские университеты, отраслевые университеты (университеты, не имеющие особого статуса, но выполняющие задачи по подготовке кадров для ведущих отраслей экономики и социальной сферы).

Национальные исследовательские и отраслевые университеты могут быть переданы в профильные министерства, государственные академии наук и госкорпорации. В этом случае снимаются административные барьеры по привлечению к преподаванию ведущих ученых и специалистов, а также по доступу студентов к современному научному и технологическому оборудованию. Это же позволит создать условия для сохранения и развития ведущих научных школ России, основная масса которых сосредоточена в академическом секторе науки.

Исходя из общих оценок, общее число университетов федерального подчинения не должно превышать 100.

2. *Региональные университеты* – высшие учебные заведения, находящиеся в ведении субъектов Российской Федерации, ориентированные на подготовку кадров для нужд регионального развития. При этом финансирование зарплаты преподавателей осуществляется на паритетной основе из федерального и регионального бюджетов. С учетом возможностей субъектов Российской Федерации федеральное правительство может взять на себя часть расходов по материально-техническому обеспечению региональных университетов.

3. Коммерческие вузы, самостоятельно определяющие направления своей образовательной деятельности. Основной источник поступления средств – оказание платных образовательных услуг. Заработная плата профессорско-преподавательского состава в этих вузах не должна быть меньше средней заработной платы по региону, в котором этот вуз находится. При этом в случае соответствия качества образовательных услуг требованиям, предъявляемым университетам федерального и регионального подчинения, коммерческие вузы, могут претендовать на получение бюджетных средств на конкурсной основе.

Необходимым условием подготовки специалистов для работы в области науки и технологий является взаимодействие с академическим и отраслевым секторами науки. Научная база университетов может формироваться путем создания на их площадях отраслевых лабораторий (ОЛ), финансируемых непосредственно отраслями, госкорпорациями или крупными научными и промышленными организациями, а также академических проблемных лабораторий (АПЛ) для проведения фундаментальных исследований по программам фундаментальных исследований. При этом финансирование АПЛ должно осуществляется целевым образом из федерального бюджета путем конкурсного отбора совместных заявок университетов и научно-исследовательских институтов. Этот подход позволит повысить эффективность подготовки специалистов за счет оптимизации ресурсов, ликвидации административных барьеров, устранения неоправданной конкуренции между вузовской и академической наукой, расширения участия ученых в образовательном процессе, а преподавателей вузов и студентов в реальных научных исследованиях.

С целью обеспечения качественной организации научных исследований в вузах может быть рассмотрен вопрос о введении в университетах позиции научных руководителей из числа ведущих академических ученых.

Подготовка научных кадров высшей квалификации должна осуществляться в ведущих научных центрах страны: академические институты, национальные исследовательские центры, ГНЦ, ведущие вузы.

Государственную аттестацию научных кадров высшей квалификации целесообразно возложить на Российскую академию наук, за которой законодательно закреплена функция экспертизы результатов научных исследований и разработок.

6.4. Управление реализацией

В основу системы управления предлагается положить следующие принципы:

сетевое взаимодействие исполнителей на стадии реализации проекта;

привлечение к управлению специалистов, отказ от концепции «эффективный менеджер»;

распределение функций в соответствии с компетенциями при обеспечении ответственности за результат деятельности.

Утверждение основных параметров Стратегии должно осуществляться Указом Президента Российской Федерации.

В общем виде схема формирования и реализации Стратегии НТР могла бы быть представлена следующим образом.

1. При Президенте Российской Федерации создается Совет по научно-технологическому развитию (Совет НТР).

2. Российская академия наук как ведущая экспертная организация страны, которой законодательно поручено обеспечивать деятельность органов государственной власти, на основании проведенных прогнозных исследований совместно с Советом Безопасности Российской Федерации, ВПК, заинтересованными отраслями, субъектами Российской Федерации разрабатывает Доктрину технологического развития, Основы политики технологического развития Российской Федерации, которые рассматриваются Советом НТР и представляются на утверждение Президенту России.

3. На основании утвержденных документов Правительство Российской Федерации разрабатывает Программу «Импортозамещение-2020» и Программу «Технологический паритет-2030», обеспечивающие полный инновационный цикл.

При этом направления фундаментальных научных исследований разрабатываются РАН с участием научного сообщества. Приоритетные направления прикладных исследований определяются госкорпорациями, а применительно к задачам, находящимся согласно Конституции, в компетенции государства – Правительством Российской Федерации.

4. Для руководства реализацией Стратегией НТР при Правительстве создается специальная структура – научно-инновационная комиссия (НИК), возглавляемая вице-премьером Российской Федерации. Задачей НИК является обеспечение координации научных исследований, технологических разработок и производства новой наукоемкой продукции.

5.

6.5. Нормативное правовое обеспечение

Реализация предлагаемой концепции потребует разработки и принятия в кратчайшие сроки на высшем государственном уровне следующих документов:

- Доктрина технологического развития Российской Федерации (приложение 4);
- Стратегия научно-технологического развития России на долгосрочный период (2015-2030 гг.);
- Основы политики технологического развития Российской Федерации на период 2015-2030 гг.;
- Государственная Программа «Импортозамещение 2020»;
- Государственная Программа «Технологический паритет 2030»;

7. Риск реализации

Основным риском реализации Стратегии НТР является подмена реальной работы имитационными процессами. Феномен имитационной экономики требует более детального изучения, но уже сейчас можно сформулировать её основные признаки:

1. Формальное и догматическое использование мировой практики без учета собственного опыта и традиций.
2. Отказ от конструктивного взаимодействия с научным сообществом.
3. Конкурсный механизм разработки стратегических документов.

4. Отсутствие четких и конкретных стратегических и тактических приоритетов развития.
5. Концентрация усилий на процессе, а не на результате.
6. Проведение институциональных преобразований в отрыве от технологических инноваций.
7. Разрушение эффективных научных, образовательных и производственных организаций и создание гипотетических инновационных структур с перераспределением в их пользу финансовых потоков.
8. Копирование зарубежной наукоемкой продукции посредством организации «отверточного» производства.
9. Отсутствие надежной апробации внедряемых институтов и механизмов развития.
10. Отсутствие корректировки проводимой социально-экономической политики путем отказа от устаревших экономических теорий и не оправдавших ожиданий механизмов социально-экономического развития.
11. Подмена оценки работ по реальным результатам выполнением формальных показателей.

Приложение 1. Перечень критических технологий Российской Федерации, утверждённый Указом Президента РФ от 7 июля 2011 года № 899.

- Базовые и критические военные и промышленные технологии для создания перспективных видов вооружения, военной и специальной техники.
- Базовые технологии силовой электротехники.
- Биокаталитические, биосинтетические и биосенсорные технологии.
- Биомедицинские и ветеринарные технологии.
- Геномные, протеомные и постгеномные технологии.
- Клеточные технологии.
- Компьютерное моделирование наноматериалов, наноустройств и нанотехнологий.
- Нано-, био-, информационные, когнитивные технологии.
- Технологии атомной энергетики, ядерного топливного цикла, безопасного обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом.
- Технологии биоинженерии.
- Технологии диагностики наноматериалов и наноустройств.
- Технологии доступа к широкополосным мультимедийным услугам.
- Технологии информационных, управляющих, навигационных систем.
- Технологии наноустройств и микросистемной техники.
- Технологии новых и возобновляемых источников энергии, включая водородную энергетику.
- Технологии получения и обработки конструкционных наноматериалов.
- Технологии получения и обработки функциональных наноматериалов.
- Технологии и программное обеспечение распределенных и высокопроизводительных вычислительных систем.
- Технологии мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации её загрязнения.
- Технологии поиска, разведки, разработки месторождений полезных ископаемых и их добычи.
- Технологии предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.
- Технологии снижения потерь от социально значимых заболеваний.

- Технологии создания высокоскоростных транспортных средств и интеллектуальных систем управления новыми видами транспорта.
- Технологии создания ракетно-космической и транспортной техники нового поколения.
- Технологии создания электронной компонентной базы и энергоэффективных световых устройств.
- Технологии создания энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии.
- Технологии энергоэффективного производства и преобразования энергии на органическом топливе.

Приложение 2. Основные положения экологии технологий.

Первый постулат экологии технологий: *применение технологий, не соответствующих уровню культурного развития, приводит к катастрофам.*

Второй постулат экологии технологий: *любая даже самая прогрессивная и социально направленная технология имеет пределы своего применения, при переходе через которые она может нанести ущерб, сопоставимый с положительным эффектом.*

Методологическую основу экологии технологий составляет концепция риска, получившая в настоящее время широкое распространение не только для оценки безопасности сложных технических систем, но и для решения задач стратегического и экономического планирования. При этом единственно осуществимым на практике решением в каждый данный период развития техники будет нахождение оптимального соотношения между степенью безопасности (риском) и реально существующими техническими и экономическими возможностями обеспечения безопасности.

Принципы экологии технологий.

1. ***Принцип культурного соответствия***: разрабатываемая технология должна соответствовать культурному и профессиональному уровням, обеспечивающим её безопасное использование.

2. ***Принцип допустимого ущерба***: риск ущерба от применения конкретной технологии как самостоятельно, так и в совокупности с другими технологиями, не должен превышать величины приемлемого риска для гражданского населения.

3. ***Принцип защиты от нештатных ситуаций***: для каждой технологии должны быть разработаны механизмы ликвидации негативных последствий, которые могут возникнуть в случае нештатных ситуаций, связанных с неправильным использованием данной технологии, или выявлением не изученных ранее последствий использования.

4. ***Принцип замещения технологий:*** каждая технология имеет определенный период жизни, по истечению которого она устаревает, не вписывается в технологическое пространство и создает угрозы для безопасности.

5. ***Принцип открытости технологий***: потребитель должен быть осведомлен об основных параметрах технологии и пределах её допустимого использования.

6. ***Принцип устойчивости технологий***: возможные отклонения от технологического процесса не должны приводить к выпуску продукции, не отвечающей заданным параметрам.

Приложение 3. Концептуальная модель организации деятельности научно-производственных консорциумов

Научно-производственный консорциум – объединение предприятий реального сектора экономики, научных организаций и высших учебных заведений, выполняющих совместную производственную и научно-технологическую программу, направленную на реализацию приоритетных научно-технологических проектов и создание базовых платформенных технологических решений и цепочек поставок, выполняющих оперативно-тактические задачи замещения высокотехнологичного импорта и определяющих глобальную конкурентоспособность российской экономики в средне- и долгосрочной перспективе.

Эффективность деятельности консорциума и применяемых инструментов государственно-частного партнерства обеспечивается созданием системы «сквозной» ответственности во взаимоотношениях поставщиков различных уровней за качество промежуточной и конечной продукции, а также результаты исследований и разработок.

Крупные компании частного и государственного секторов экономики, вносящие наибольший вклад в решение актуальных социально-экономических задач, в настоящее время сосредоточены на профильной операционной деятельности и, в большинстве случаев, могут выступать только в роли квалифицированного заказчика перспективных компонентов и систем, которые необходимы для эффективного развития их деятельности. Поставщиком таких интегрированных решений должен стать класс средних и крупных компаний («национальных технологических лидеров»), которые уже добились значительных успехов на внутренних и международных рынках и имеют необходимый ресурсный и интеллектуальный потенциал. Объединение «заказчиков» и «поставщиков» высокотехнологичной продукции и услуг в научно-производственные консорциумы значительно повысит эффективность решения конечных задач, позволит в кратчайшие сроки собрать и локализовать необходимые цепочки поставок и создать устойчивую администрируемую среду для внедрения стимулирующих пакетов мер государственной поддержки (рис. П3). При этом деятельность консорциума не замыкается внутри страны и должна иметь конкретные целевые показатели по конкуренции за доли на соответствующих мировых рынках высокотехнологичной продукции и услуг.

В научно-производственном консорциуме возможно создание модели конкуренции между системными интеграторами. При обоснованной необходимости в рамках создания цепи поставок нового продукта к участию в консорциум могут быть также приглашены иностранные компании, а к экспертизе проектов привлечены зарубежные эксперты.

Рис. *П3 – Организационно-методическая схема структуры научно-производственного консорциума*

Основные задачи деятельности консорциума:

- сформировать условия для динамичного развития средних и крупных частных компаний – системных интеграторов[8] («национальных технологических лидеров»), способных осуществлять производство высокотехнологичной продукции и услуг и формировать перспективный спрос на продукцию и услуги малых и средних предприятий в научно-технической сфере, вузов и научных организаций;
- выстроить на базе компаний – системных интеграторов – преимущественно российские технологические цепочки поставок[9], в т.ч. обеспечивающие выполнение задач импортозамещения высокотехнологичной продукции на старте реализации производственной и научно-технологической программы;
- сформировать вокруг консорциума «инновационный пояс» из компаний, научных организаций и высших учебных заведений, успешно выполняющих свои контрактные обязательства в рамках исполнения производственной и научно-технологической программы;
- обеспечить выход компаний – системных интеграторов – на целевые показатели по долям на внутренних и мировых рынках высокотехнологичной продукции и услуг.

Стартовый состав участников должен включать два типа организаций:

- потребители высокотехнологичной продукции и услуг – государственные и частные компании, обеспечивающие перспективный внутренний спрос на продукцию консорциума;

[8] Системный интегратор – средняя или крупная частная высокотехнологичная компания, которая выступает интегратором цепочек поставок и поставщиком конечной продукции научно-производственного консорциума.

[9] Цепочка поставок – совокупность потоков и соответствующих им кооперационных и координационных процессов между различными участниками цепи создания добавленной стоимости.

- системные интеграторы – средние и крупные динамично развивающиеся технологические компании в частном секторе экономики, которые способны сформировать преимущественно российские высокотехнологичные цепочки поставок, необходимые для реализации приоритетных межотраслевых научно-технологических проектов.

Порядок организации научно-производственных консорциумов состоит из следующих этапов:

1. Под цели, задачи и параметры приоритетных проектов формируется научно-производственные консорциумы.
2. Компании «потребители» и «производители» совместно проводят мероприятия по формированию параметров спроса на перспективную продукцию, анализ оперативных задач импортозамещения и формируют долгосрочное видение развития рынков и технологий в сферах деятельности консорциума. По результатам этих мероприятий между ними заключаются специальные долгосрочные контракты или иные юридически обязывающие соглашения о приобретении перспективной продукции и услуг консорциума, с учетом которых формируются производственная и научно-технологическая программа деятельности консорциума.
3. Для управления консорциумами и взаимодействия с коллегиальными органами управления НТИ и федеральными органами исполнительной власти создаются автономные некоммерческие организации.
4. На базе производственной и научно-технологической программы консорциумов создается инфраструктура механизмов государственно-частного партнерства, а также стимулирующий пакет льгот и инструментов развития для компаний-участников, в т.ч. с учетом существующих мер государственной поддержки инновационной деятельности. Таким образом происходит консолидация и координация профильных государственных программ, часть ресурсов которых концентрируется на поддержке приоритетных проектов в консорциумах. При этом в принятии управленческих решений по распределению государственной поддержки и приемке результатов НИОКТР решающий вес должны иметь представители предприятий – системных интеграторов, отвечающих за качество конечной и промежуточной продукции и услуг конкретного этапа инновационного цикла.
5. Субподрядчики и поставщики второго и третьего уровня – вузы, научные организации, малые и средние предприятия в научно-технической сфере – зачисляются в члены консорциума при условии успешного выполнения контрактов на НИОКТР и поставку оборудования, комплектующих и услуг. Субъекты, зачисленные в консорциум, при выполнении своих контрактных обязательств также пользуются стимулирующим пакетом государственной поддержки и льгот.

Автономная некоммерческая организация имеет коллегиальный орган управления с избранным директором консорциума, экспертную панель и экспертные рабочие группы по основным направлениям деятельности и осуществляет следующие функции:

- координация и мониторинг реализации производственной и научно-технологической программы, а также ее периодическая актуализация на основе проведения комплексных исследований рынков, технологий и анализа результатов передовых исследований и разработок;
- построение и запуск динамического процесса технологического прогнозирования в сфере деятельности консорциума, в т.ч. с использованием постоянно действующей системы мониторинга технологических разработок инновационных компаний, которая будет использоваться для оценки разработок инновационных компаний на предмет соответствия приоритетам;
- определения барьеров и выработки предложений по их устранению;

- обеспечения адресности поддержки инновационных компаний;
- отбора поставщиков второго и третьего уровня для консорциума;
- отслеживания развития отдельных компаний;
- разработка стандартов и содействие сертификации перспективных технологических решений, машин, оборудования, программного обеспечения и услуг в направлениях деятельности консорциума;
- участие в разработке и актуализации профессиональных стандартов, образовательных программ и формирование заказа на подготовку инженерно-технических кадров и иных специалистов;
- взаимодействие с федеральными органами исполнительной власти, институтами развития и иными уполномоченными организациями, осуществляющими поддержку деятельности консорциума, в рамках процедур распределения государственной поддержки и приемки результатов НИОКТР, профинансированных с привлечением бюджетных средств;
- взаимодействие с органами управления реализацией Национальной технологической инициативы.

Приложение 4. Доктрина технологического развития Российской Федерации (Структура)

1. Общие положения

1.1. Статус Доктрины технологического развития Российской Федерации

1.2. Термины, используемые в Доктрине технологического развития Российской Федерации

1.3. Основные цели и задачи Доктрины технологического развития Российской Федерации

1.4. Национальные интересы в области научно-технологического развития

1.5. Стратегические приоритеты научно-технологического развития

1.6. Технологическая безопасность России и ее обеспечение

1.7. Основные количественные целевые показатели научно-технологического развития (по этапам)

1.8. Срок действия Доктрины технологического развития Российской Федерации и периодичность ее актуализации

2. Проблемы научно-технологического развития России

2.1. Национальная технологическая база как основа социально-экономического развития России и перехода к новому технологическому укладу

2.2. Система технологического развития России и принципы ее построения

2.3. Основные направления технологического развития России

2.4. Виды и источники угроз научно-технологическому развитию России

2.5. Технологическое развитие в отраслях, регионах, организациях

2.6. Устранение разрывов между образованием, наукой и производством

2.7. Повышение роли молодежи в технологическом развитии России

2.8. Научно-технологическое образование в России и его развитие

2.9. Место и роль инженерного сообщества в технологическом развитии России

3. Основные направления государственной политики в области научно-технологического развития

3.1. Текущее состояние государственного управления научно-технологическим развитием

3.2. Целевая концепция государственной научно-технологической политики

3.3. Российская технологическая политика и национальная конкурентоспособность

3.4. Основные принципы принятия решений в сфере технологической политики

3.5. Приоритетные направления научно-технологической политики Российской Федерации, совершенствование системы государственного заказа на НИОКР

4. Пути и средства реализации Доктрины технологического развития Российской Федерации

4.1. Принципы государственного управления научно-технологическим развитием

4.2. Стратегическое планирование и управление технологическим развитием

4.3. Система государственного управления технологическим развитием

4.4. Ресурсное обеспечение технологического развития

4.5. Кадровое обеспечение технологического развития

4.6. Информационное обеспечение технологического развития

4.7. Совершенствование механизма формирования и реализации приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации

4.8. Повышение эффективности деятельности финансовых институтов развития

4.9. Совершенствование экспортной и импортной политики

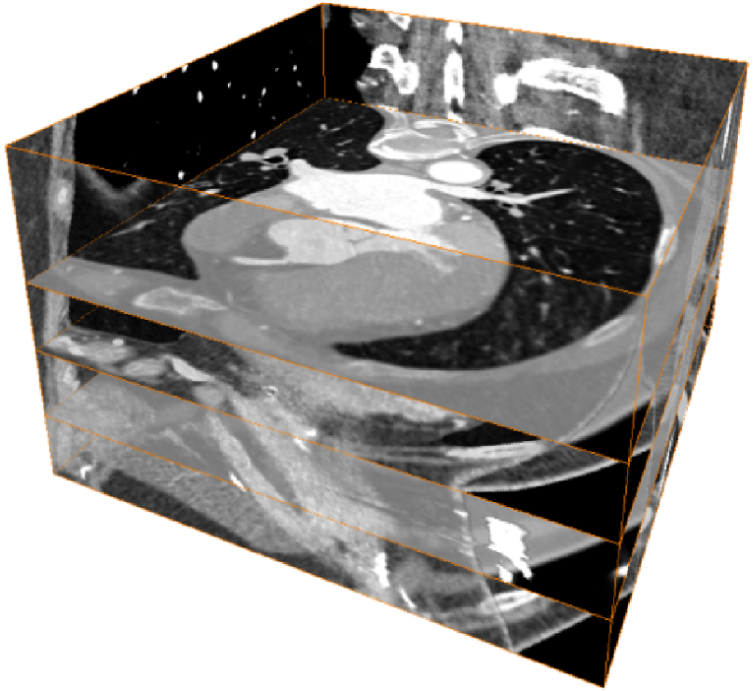
4.10. Правовое обеспечение научно-технологического развития

4.11. Мониторинг и контроль в области научно-технологического развития России

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

РИСУНКИ И ИЛЛЮСТРАЦИИ

Снимки в формате



Сенгментация аорты и коронарных

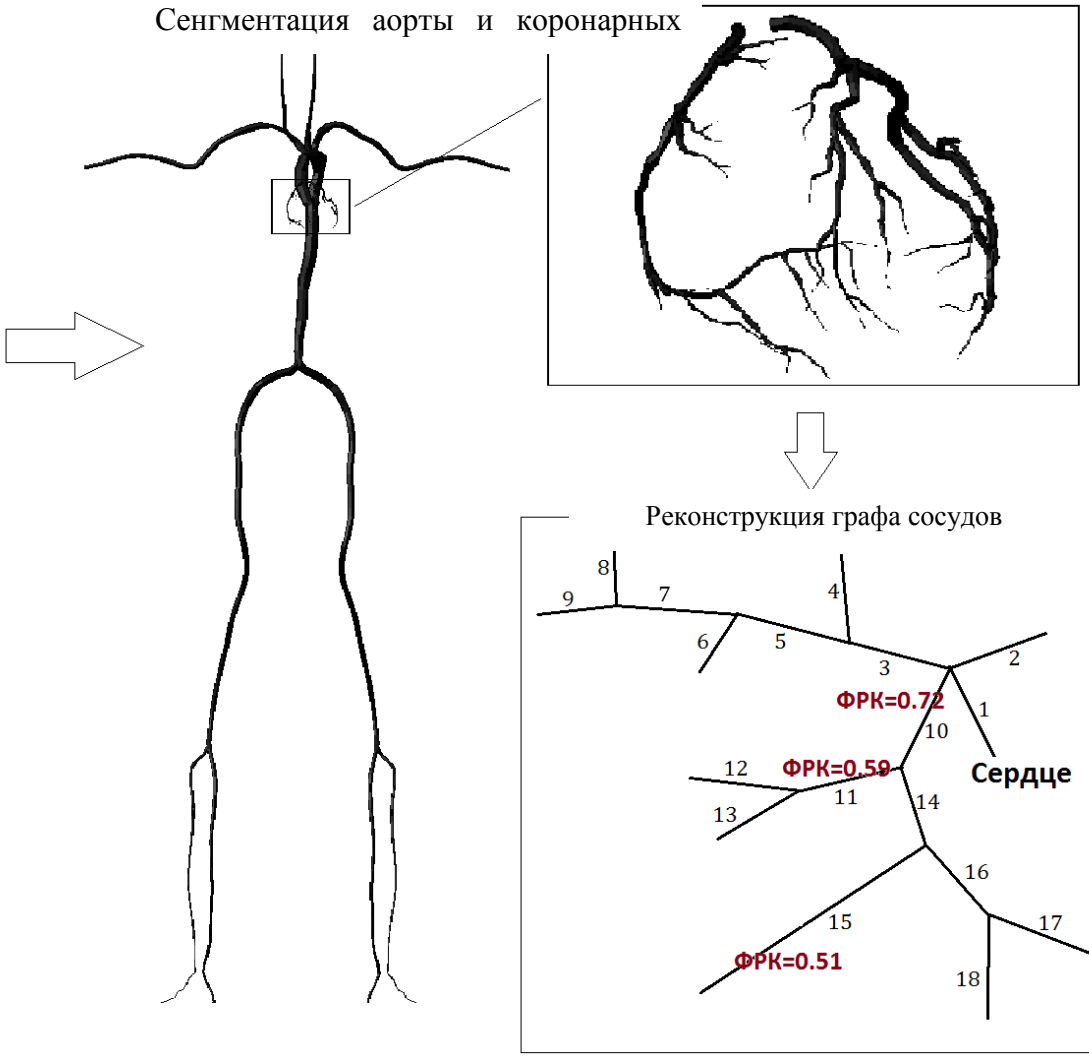


Рис. 1. Метод вычислительной оценки ФРК, позволяющий принимать решение о стентировании или шунтировании коронарных артерий без инвазивного вмешательства

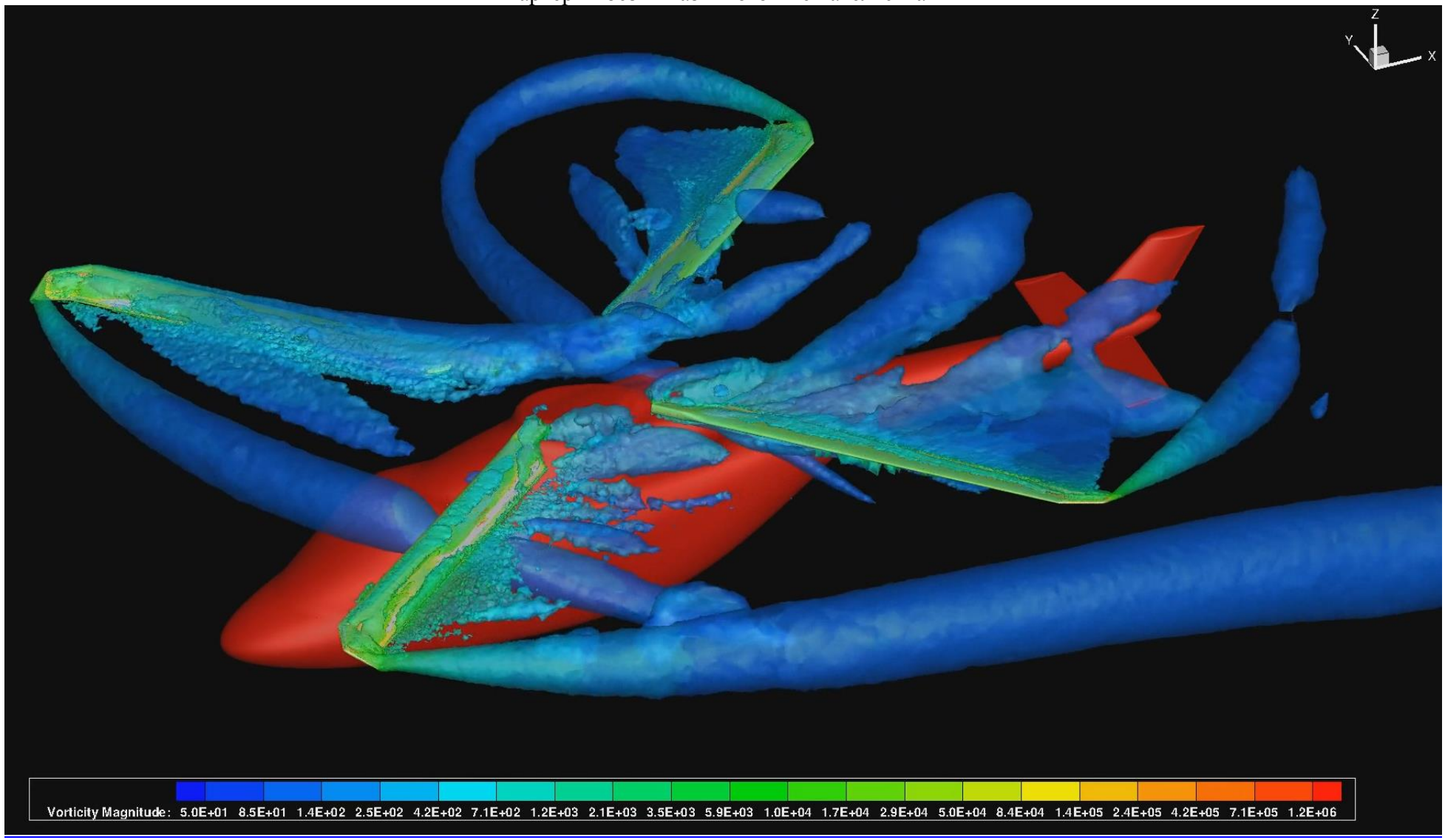


Рис. 2. Численное моделирование аэродинамических и акустических характеристик винта вертолета при различных режимах полета. Разработанная методика обеспечивает возможность проведения расчетов на неструктурированных сетках с числом элементов до миллиарда с использованием тысяч процессорных ядер.

Рис. 3. Теория регулирования вероятностных тематических моделей для семантического анализа больших гетерогенных текстовых коллекций

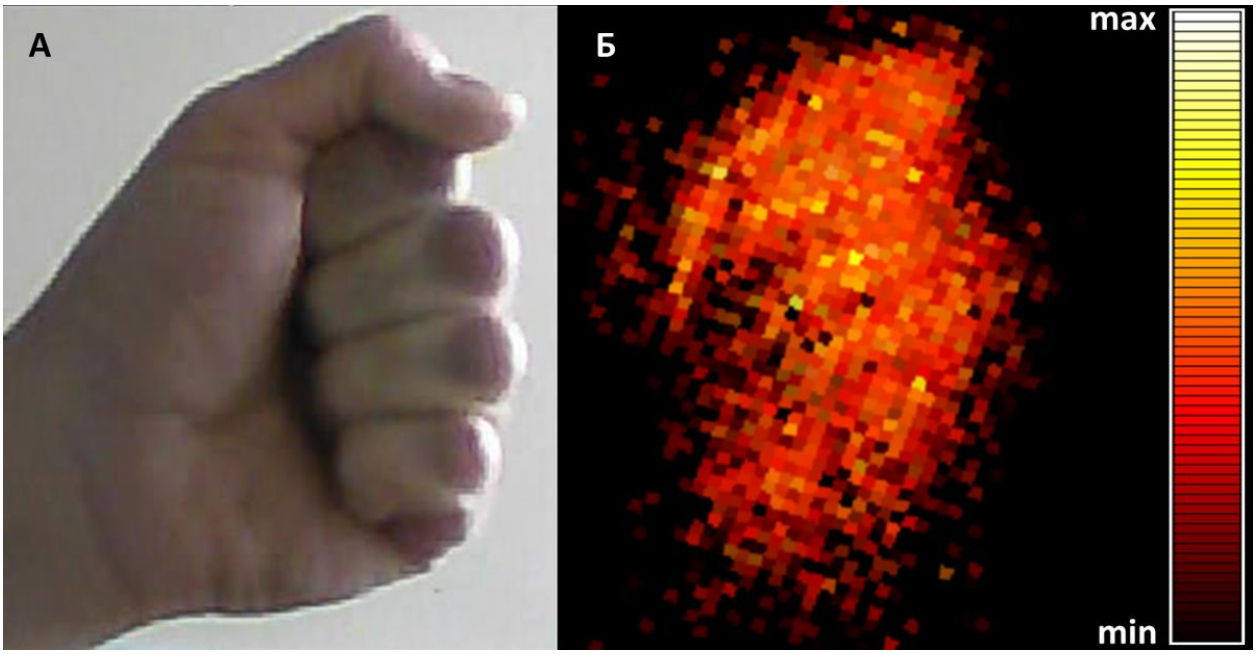


Рис. 4

А – объект эксперимента: сжатый кулак левой руки, магнитное поле которого измерялось 275-канальным градиометром в течение одной минуты.

Б – трехмерное распределение источников поля, восстановленное предложенным методом, представляющее собой структуру нервной и мышечной систем объекта.

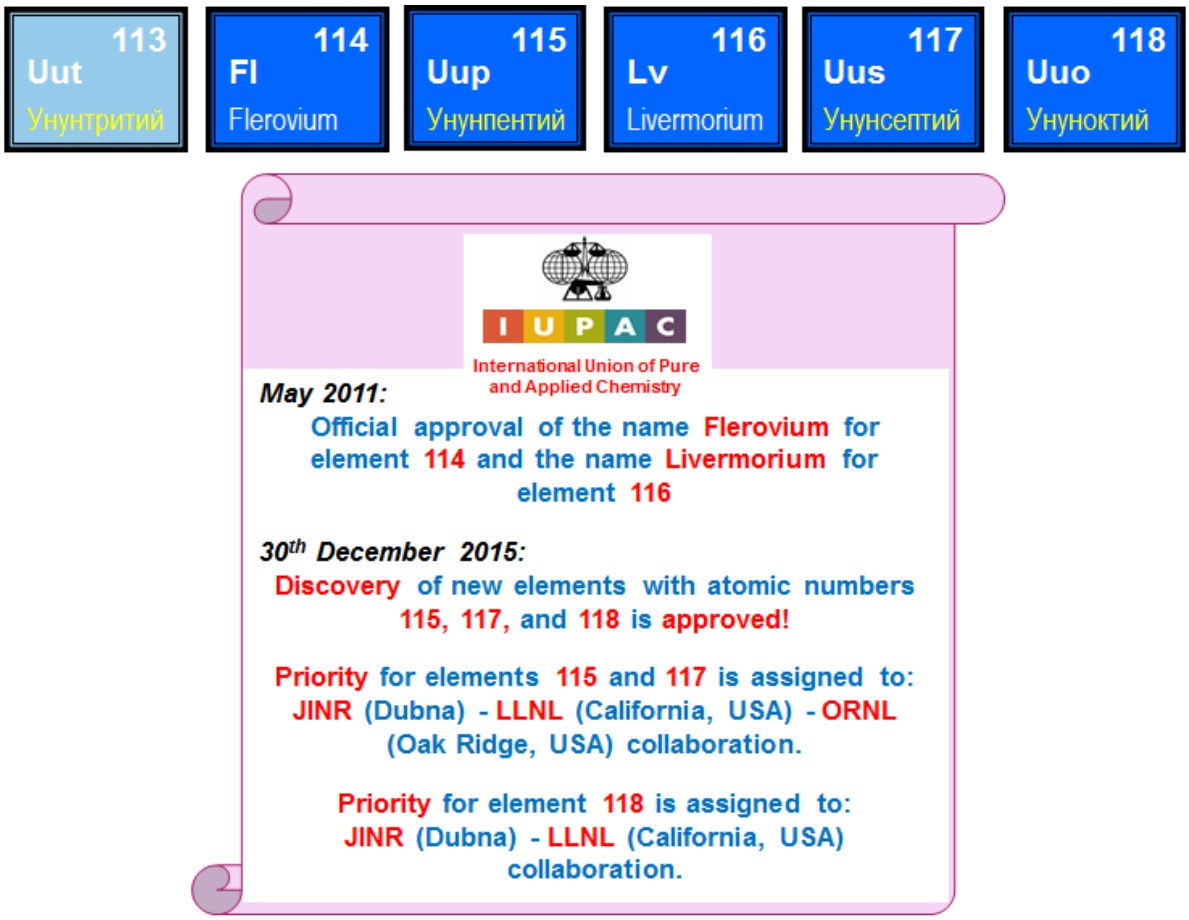


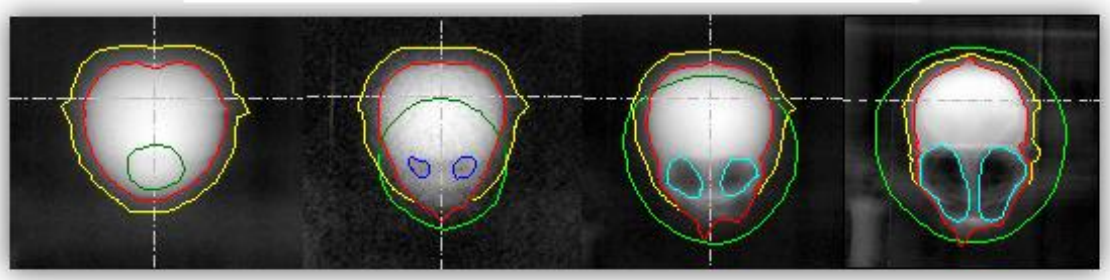
Рис. 5. Открытие сверхтяжелых элементов в Дубне

Рис. 6. Открытие гравитационных волн (11 февраля 2016 года)

Рис. 7. Монтаж и запуск на озере Байкал базового структурного элемента создаваемого глубоководного нейтринного телескопа НТ1000

Канал формирования и транспортировки
протонного пучка в составе ПРГК

Квадрупольные линзы (апертура ∅30 см, градиент 6.7
Тл/м) – основа магнитной оптики ПРГК



Пример протонных изображений объекта на различные моменты времени

Рис. 8. Протонный радиографический комплекс на ускорителе У-70

Схема прохождения нейтринного пучка

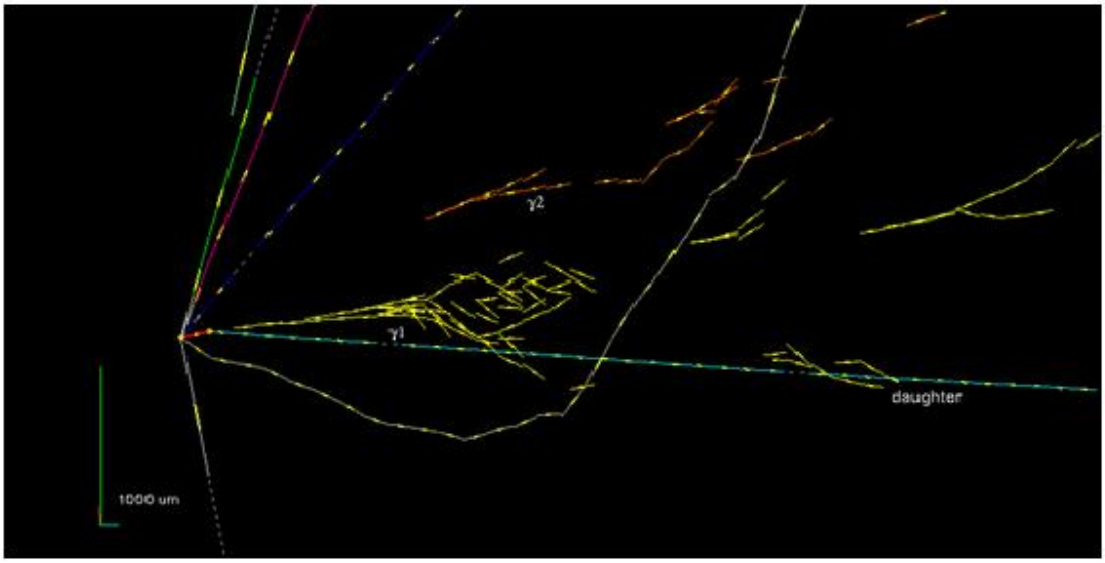


Рис. 9. Международный эксперимент OPERA

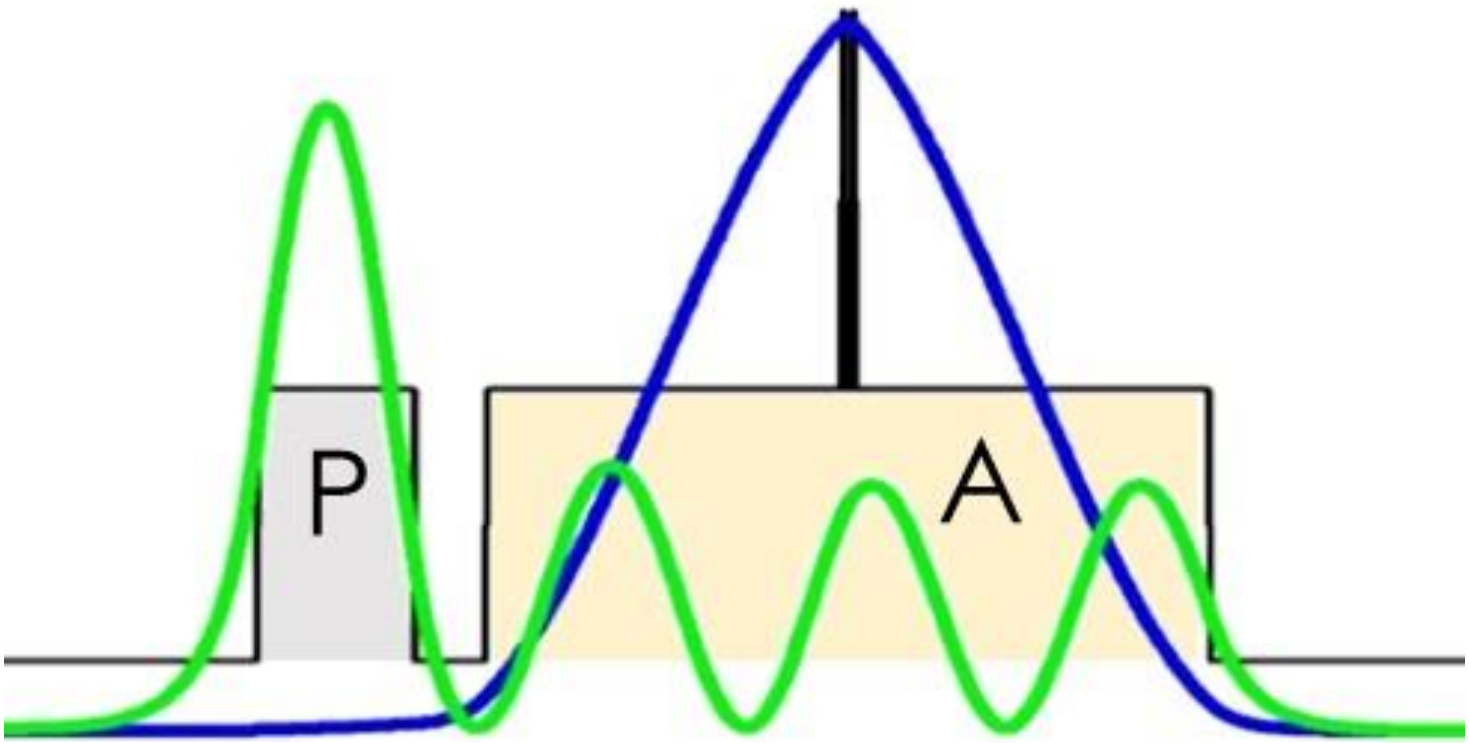


Рис. 10. Схема работы волновода CLOC-лазера (CoupledLargeOpticalCavity).
Паразитная мода высокого порядка туннелирует из активного волновода A в резонансный пассивный волновод P. (Важно подавить поперечные оптические моды высокого порядка и улучшить качество пучка в мощных полупроводниковых лазерах с широкой апертурой).

Рис. 11. Удаление менингиомы головного мозга через носовую полость

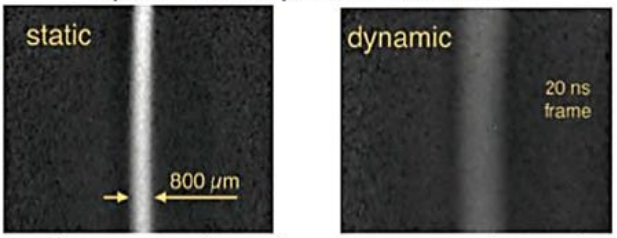
На прототипе протонного микроскопа PRIOR в GSI при энергии пучка 3.65 ГэВ проведены эксперименты по исследованию динамических процессов, возникающих при электровзрыве проводников в воде.

Электровзрыв производится за счет электрического импульса амплитудой ~ 200 кА, при напряжении ~35 кВ и длительности ~5 мкс. Энерговклад ~ 10 кДж/г.

Протонный микроскоп PRIOR в GSI

Параметры установки PRIOR

Пространственное разрешение	– 30 мкм
Поле обзора	– 15 мм
Энергия протонов	– до 4.5 ГэВ
Временное разрешение	– до 10 нс



Статическое (слева) и динамическое (справа) протонно–радиографические изображения электровзрыва проводника Ta (0.8 мм) в воде

Участие в проекте FAIR

Рис. 12. Эксперимент с динамическими мишенями на установке PRIOR

Рис. 13. Прототип гиротронной системы для ИТЭР

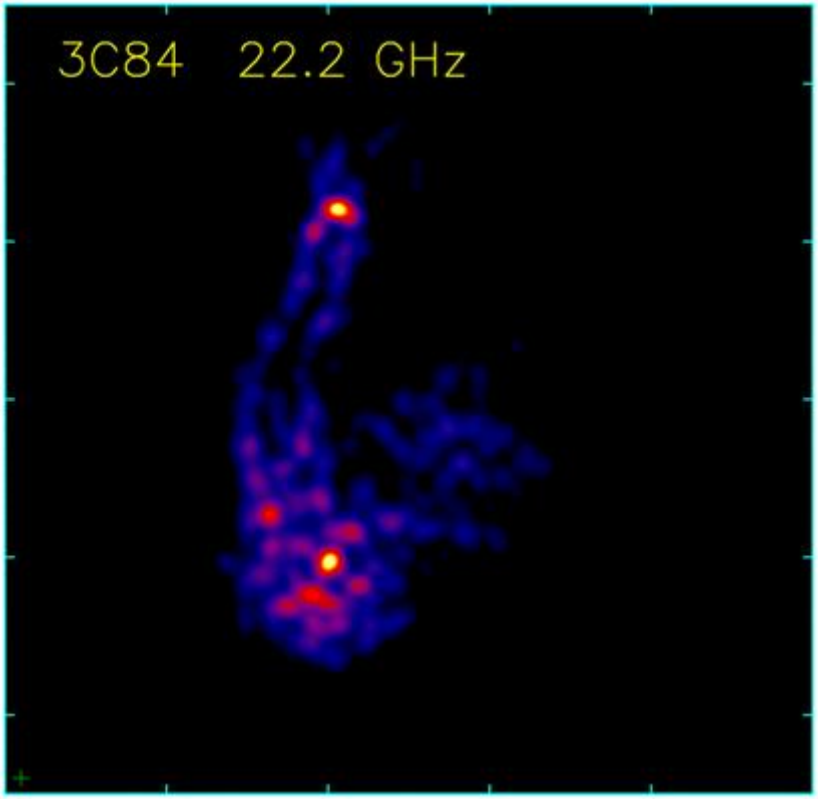


Рис. 14. Карта близкой галактики Персей А (радиоисточнк 3С84), полученная на частоте 22ГГц помощью наземно-космического интерферометра "Радиоастрон" с экстремальным разрешением.
Диаграмма направленности интерферометра составляет 100 микросекунд дуги. Объект с Севера на Юг (сверху вниз) имеет размер 3,5 световых года.

Рис. 15. Технология «Цифровое месторождение»

Рис. 16. Типоряд компактных 3D принтеров

Рис. 17. 3D печать костных имплантатов

Исследование радиопоглощающих характеристик обтекателя на комплексе радиофизических измерений РАН

Рис. 18. Стелс-технологии для авиационной техники

Рис. 19. Самолет Т-50 в процессе измерения радиолокационной заметности.

Введен в эксплуатацию новый российско-европейский космический эксперимент «Плазменный кристалл-4» на борту модуля Columbus

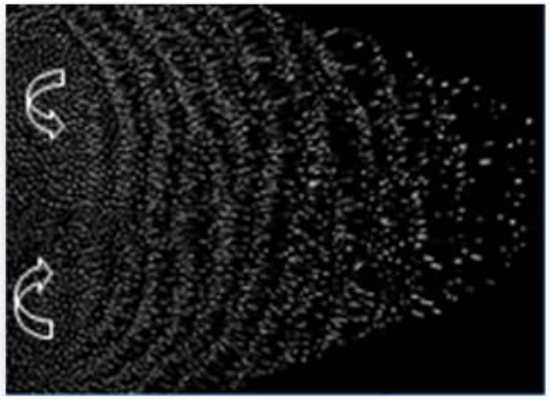
Космонавт Г.И. Падалка управляет проведением первого эксперимента ПК-4 На борту МКС 3.06.2015 г.

По КЭ «Плазменный кристалл-4» выполнены:

06.2015 – Приемочные испытания КЭ ПК-4 на орбите
06.2015 – Спуск дисков на Землю
10.2015 – 1-я экспериментальная серия КЭ ПК-4
12.2015 – Спуск дисков на Землю
02.2016 – 2-я экспериментальная серия КЭ П

Наземная научная поддержка КЭ ПК-4 из Центра управления сотрудниками ОИВТ РАН и лаборатории комплексной плазмы Германского космического агентства

Воздействие мощного лазерного излучения (10 Вт) на плазменно-пылевое облако



Циркуляция плазменно-пылевого облака в плазме индукционного высокочастотного разряда

Рис. 20. Космический эксперимент «Плазменный кристал-4»

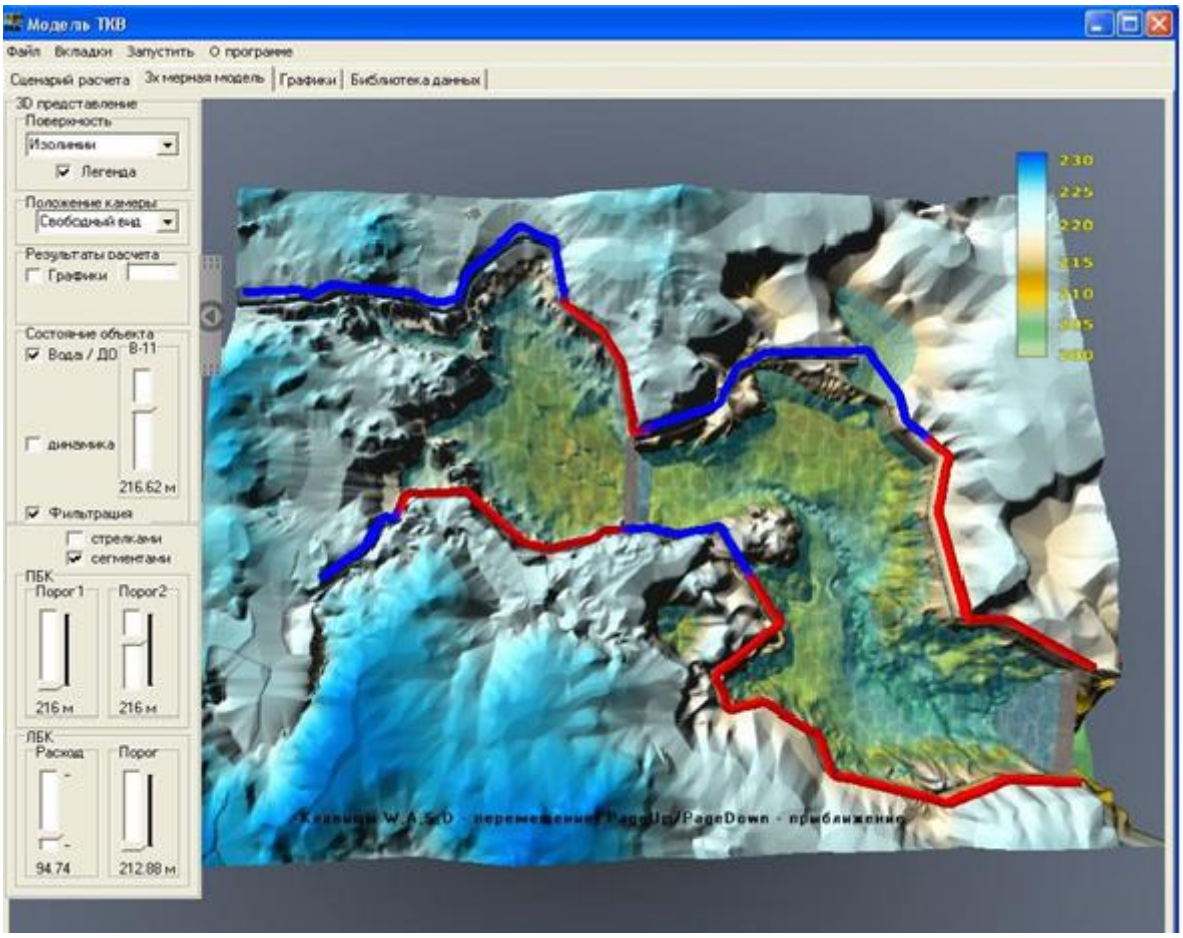
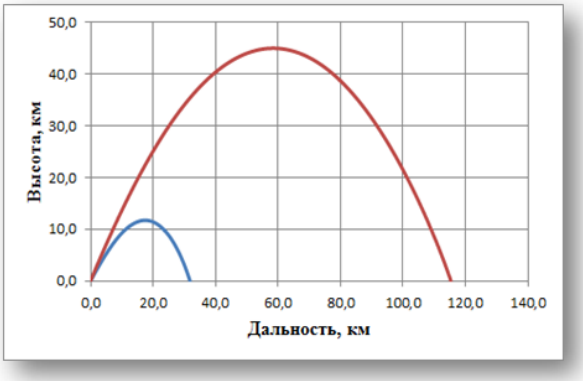
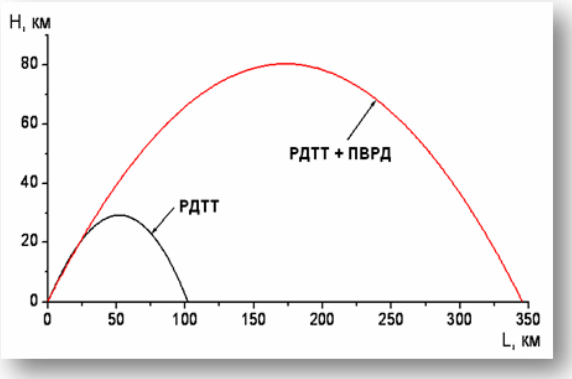


Рис. 21. Пример расчета с использованием «ТВК-Прогноз»





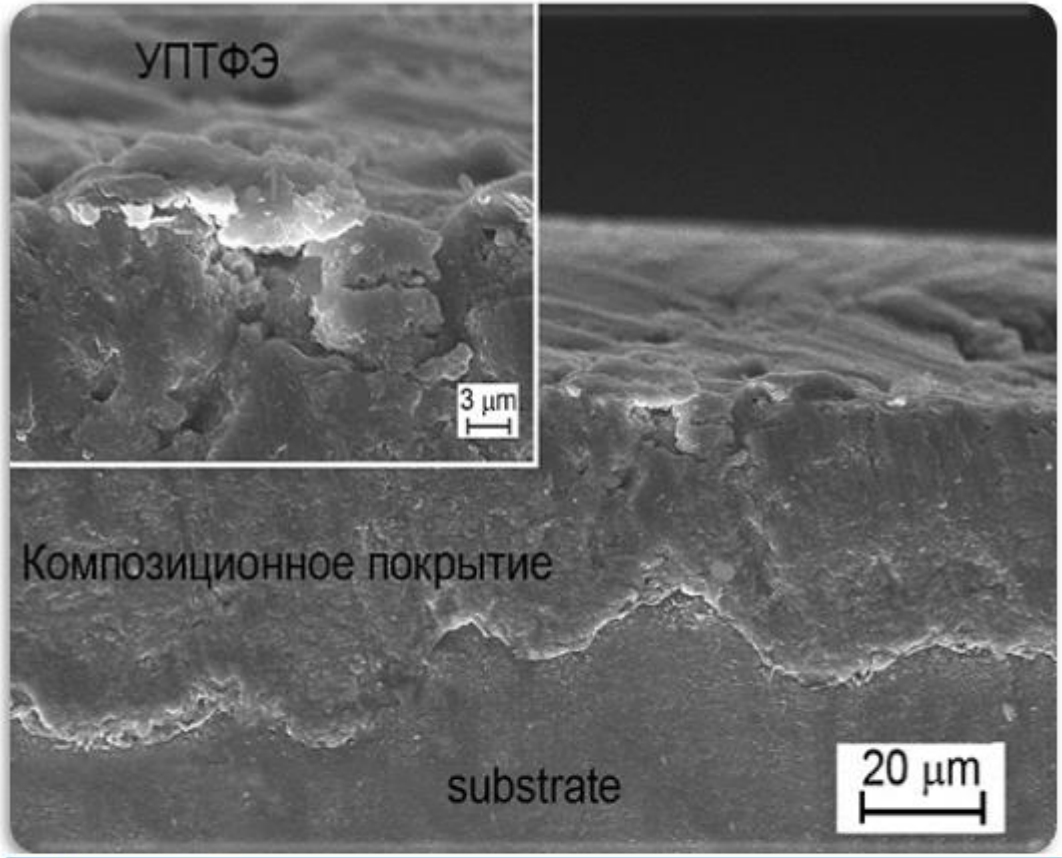
Система «Град»: Диаметр 122 мм
Масса снаряда 68 кг
Масса топлива
РДТТ – 18,3 кг
ПВРД – 5,0 кг

Система «Смерч»: Диаметр 300 мм
Масса снаряда 800 кг
Масса топлива
РДТТ – 350 кг
ПВРД – 50 кг

Рис. 22. Повышение дальности полета снарядов реактивных систем залпового огня

Рис. 23. Сверхпроводниковые электромеханические преобразователи и накопитель энергии

Рис. 24. Молекулярный оптический переключатель
(молекулярный хамелеон)



Внешний вид композиционного полимерсодержащего (УПТФЭ) защитного покрытия (поперечный шлиф) на изделии судовой энергетики

Рис. 25

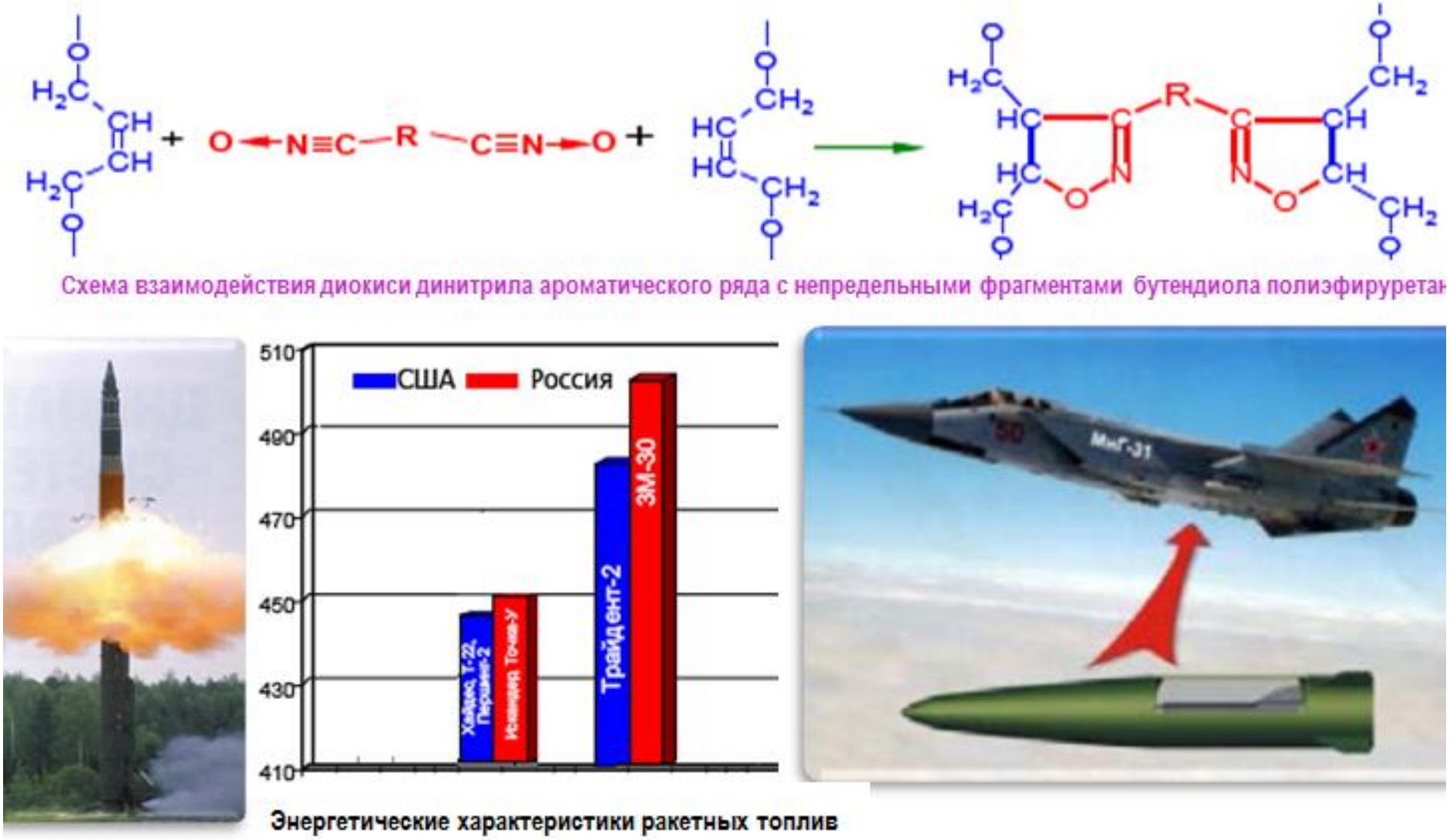


Рис. 26. Высокоэнергетические и высокоплотные твердые ракетные топлива для современных и перспективных систем вооружения

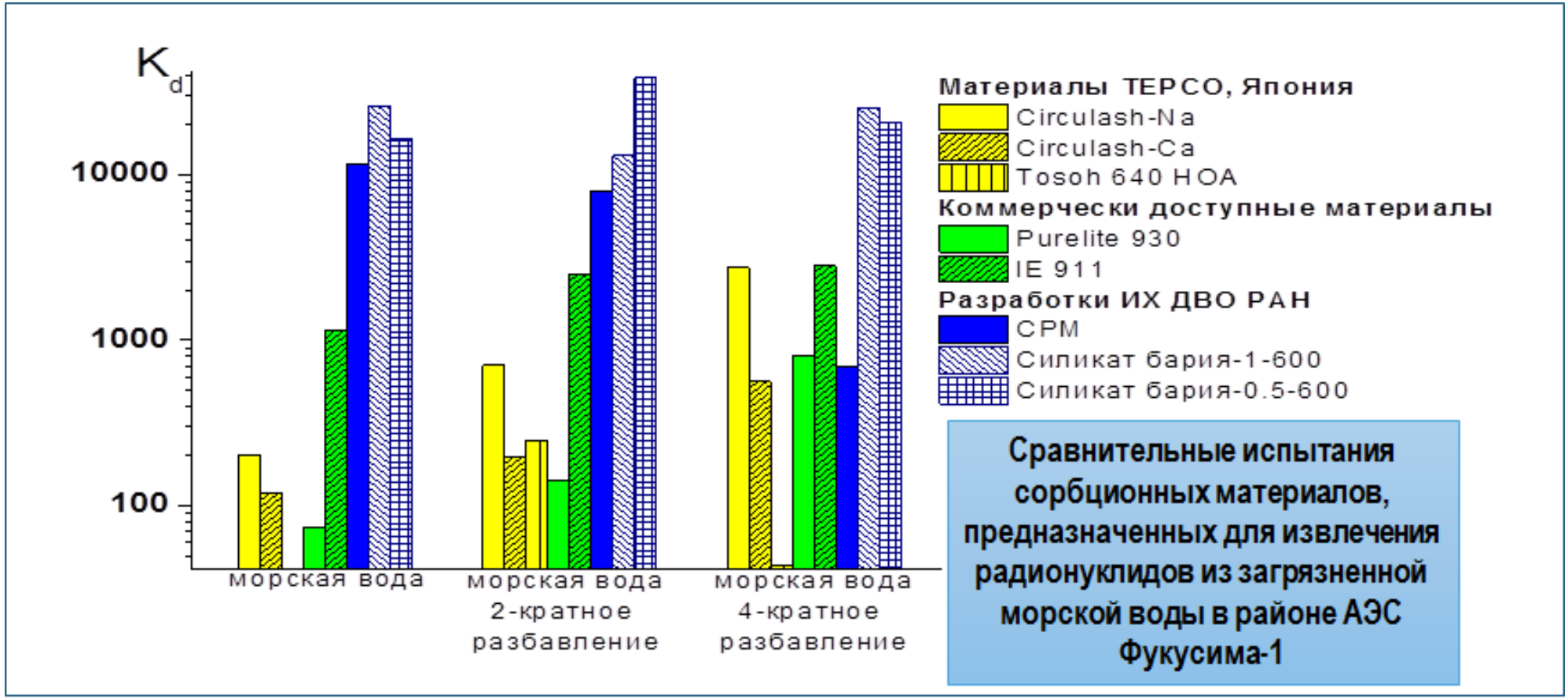


Рис. 27. Переработка радиоактивных отходов

Обозначения:

1 – Тундровая зона: 1.1 – полярная подзона (высокоарктических тундр), 1.2 – северная подзона (арктических тундр), 1.3 – средняя подзона (северных гипоарктических тундр), 1.4 – южная подзона (южных гипоарктических тундр).

2 – Таежная зона: 2.1 – подзона лесотундры, 2.2 – подзона северной тайги, 2.3 – подзона средней тайги, 2.4 – подзона южной тайги, 2.5 – подзона подтайги.

3 – Зона широколиственных лесов.

4 – Лесостепная зона.

5 – Степная зона: 5.1 – северная подзона, 5.2 – средняя подзона, 5.3 – южная подзона.

6 – Пустынная зона. Северная подзона.

Штриховкой показаны горы.

Рис. 28. Зональные подразделения растительного покрова на равнинах Европейской России

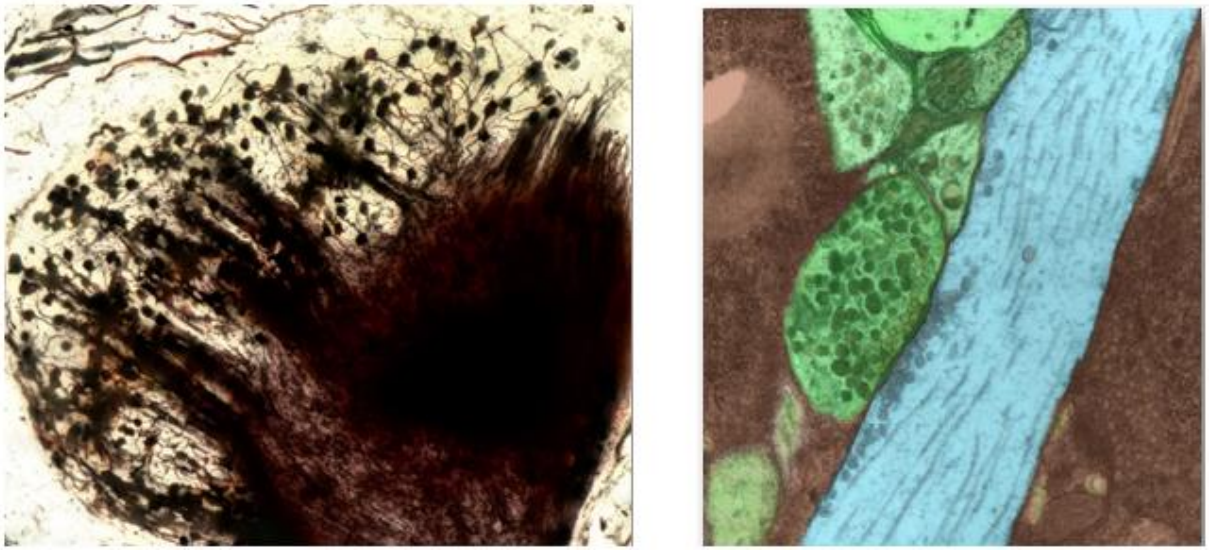


Рис. 29. Обонятельный центр мозга слизня – процеребрум, имеющий экранный тип строения: слева – срез через процеребрум, видны собранные в колонки его нейрональные модули (черные тела и отростки нейронов); справа – сложные синаптические комплексы. Слева – импрегнация азотнокислым серебром, справа – электронная микроскопия

Рис. 30. Монография «Биогеоценология лесов сосны обыкновенной

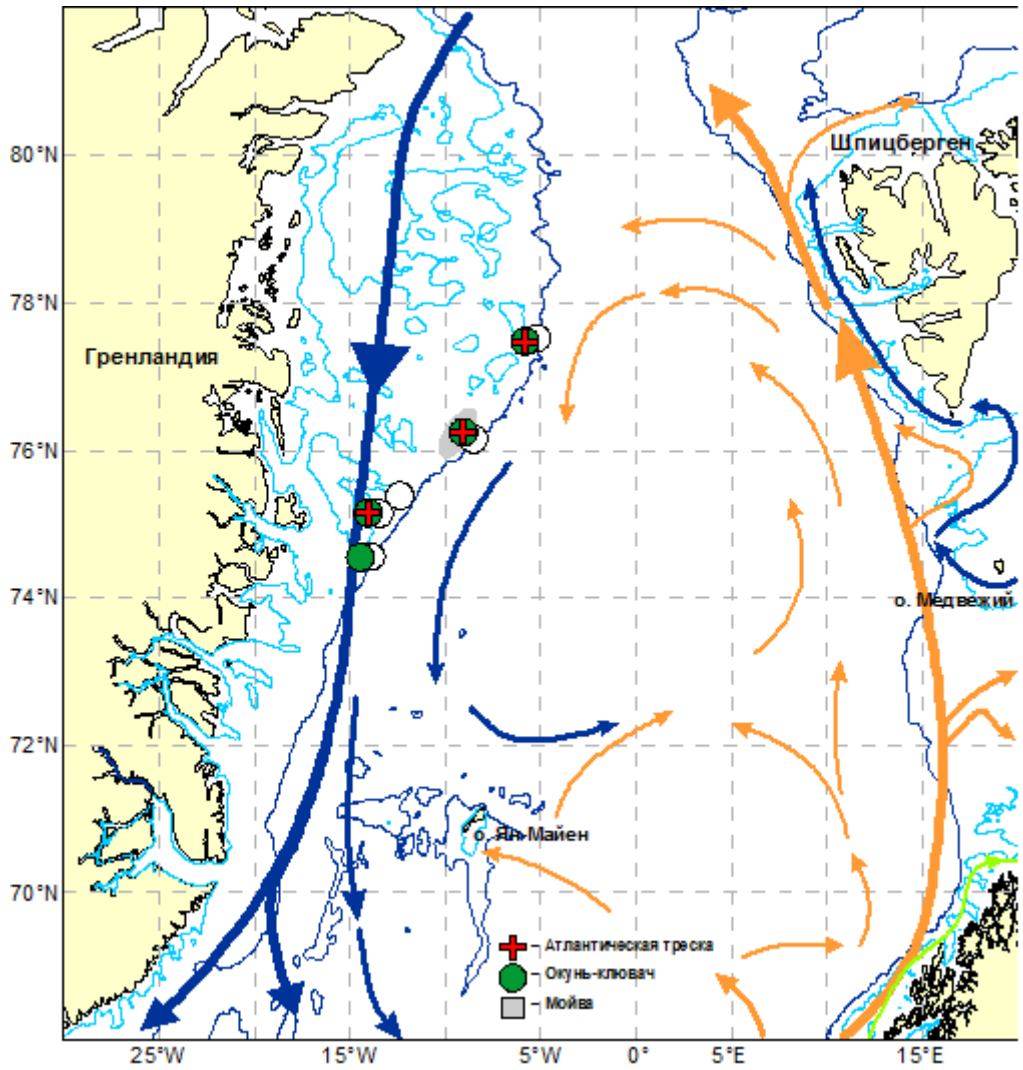


Рис. 31. Местоположение траловых поимок атлантической трески и окуня-клювача, а также зарегистрированных сонарных наблюдений мойвы.

Рис. 32. Lubomirskia baikalensis: здоровая губка до начала кризиса (2011 г.), больная губка с отмершими участками тела в настоящее время.

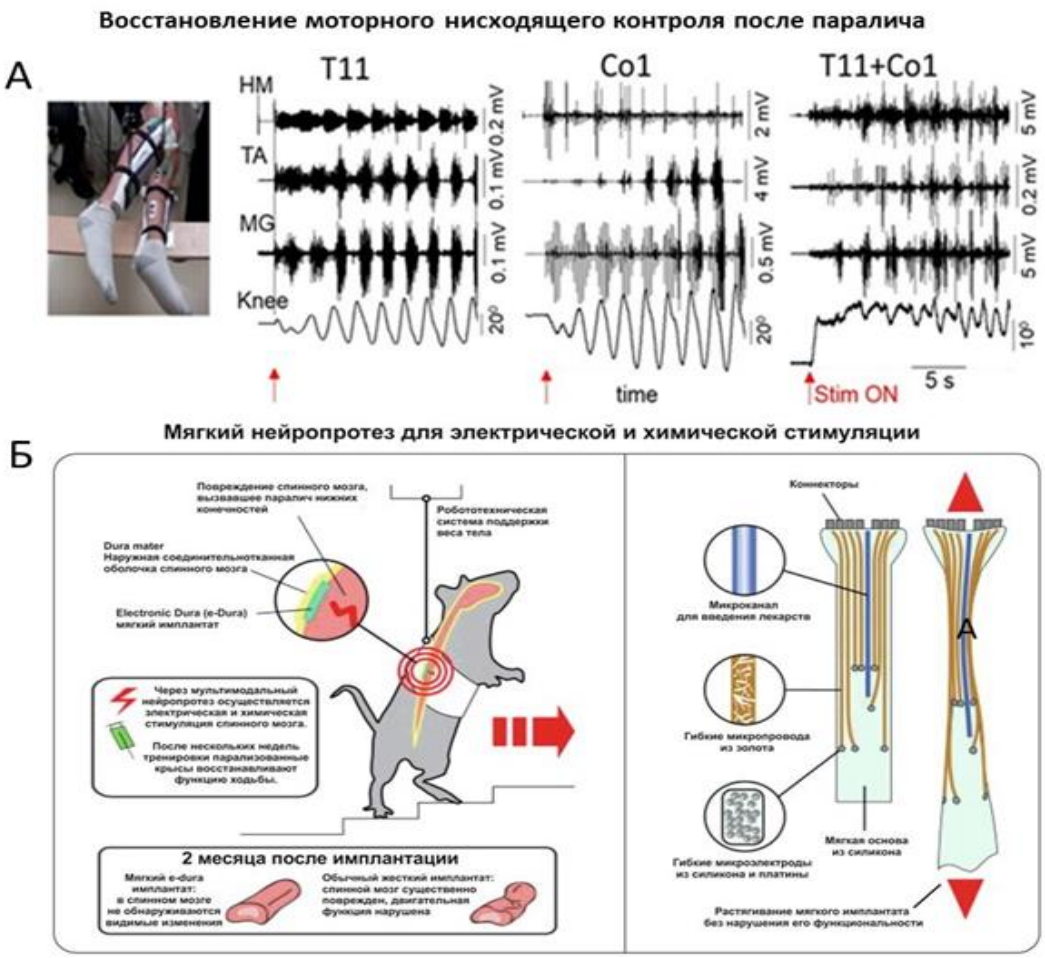


Рис. 33. Новая технология восстановления моторного контроля после паралича у человека и животных

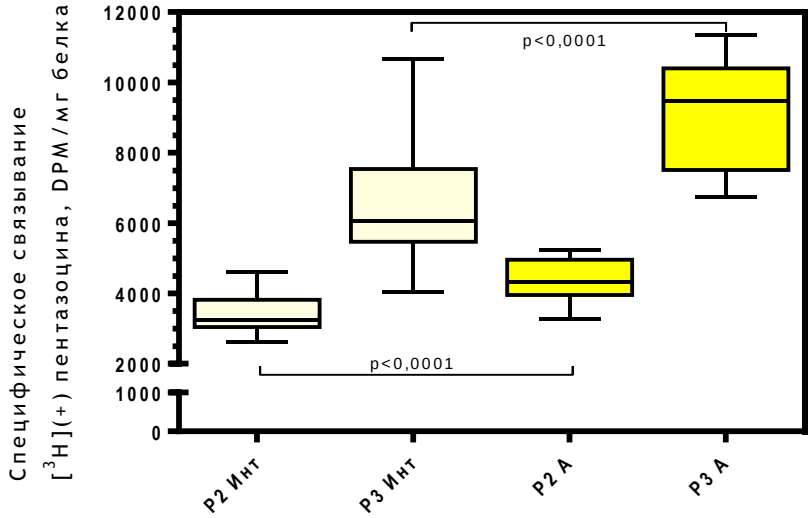
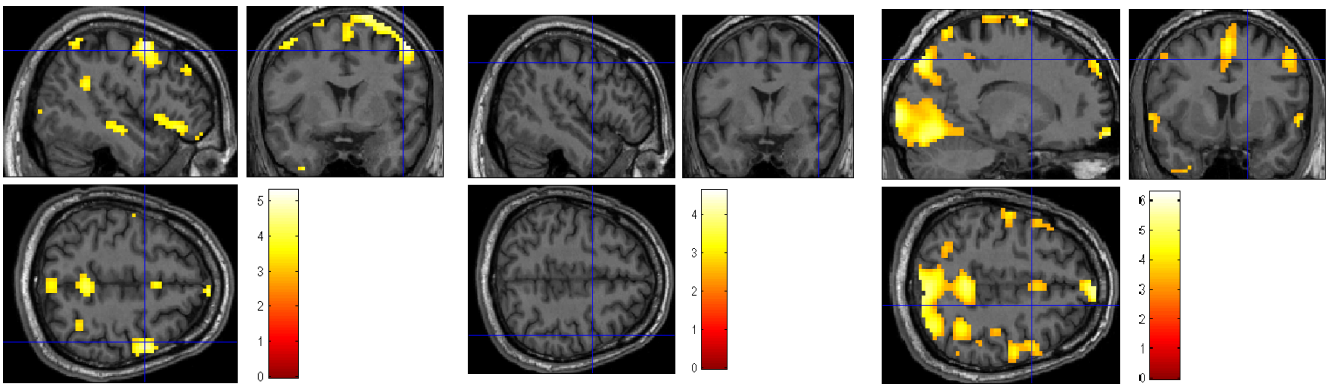


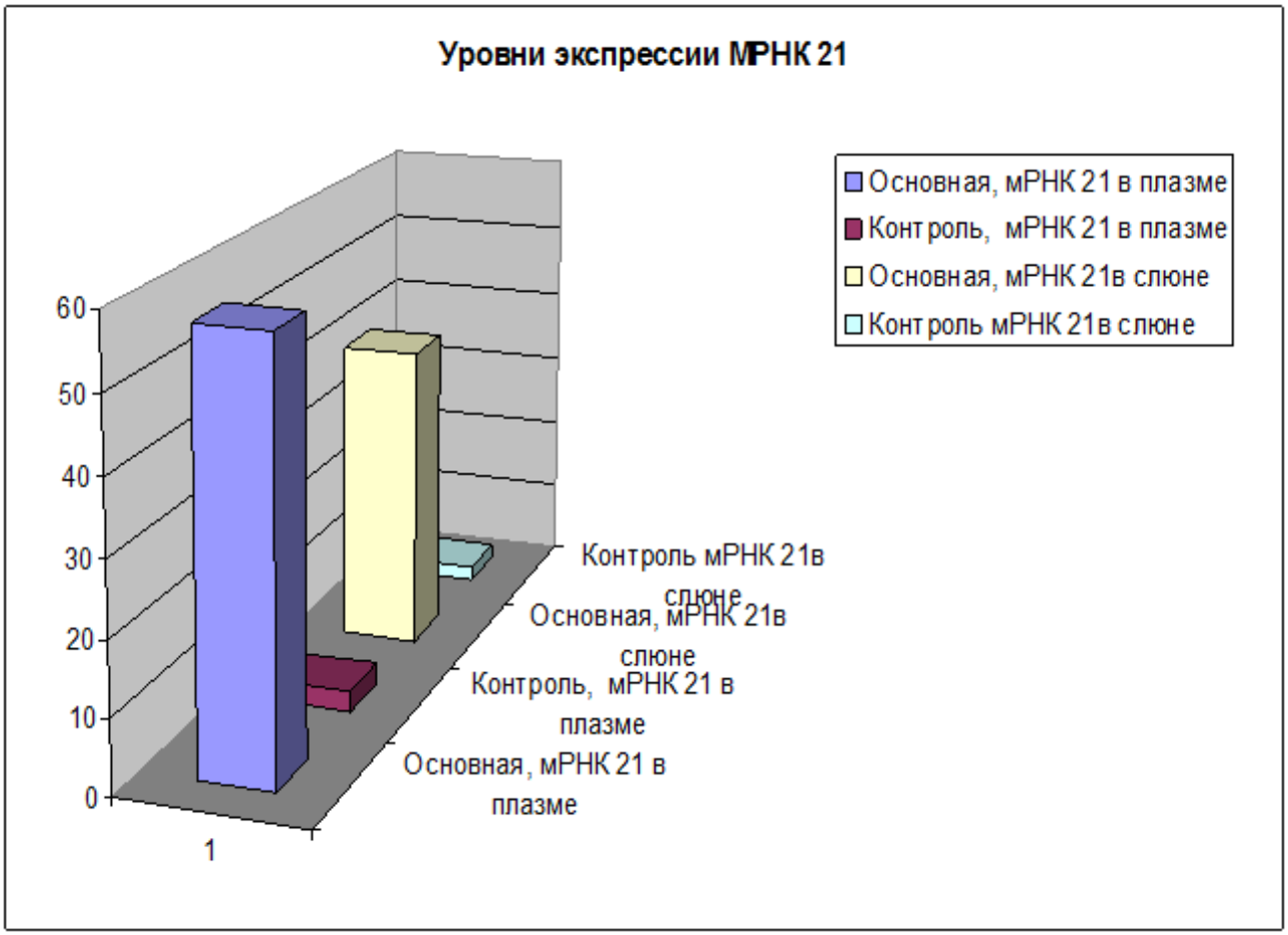
Рис. 34. – Влияние афобазола в условиях хэндлинга на специфическое связывание [3H] (+)-пентазоцина с Sigmar1 в P2 и P3 фракциях гомогенатов головного мозга мышей линии CD-1

1. Данные представлены в виде: min-Q25%-mdn-Q75%-max
2. Инт – интактные животные
3. А – в/б инъекция афобазола
4. P2, P3 – P2 и P3 фракции гомогенатов головного мозга мышей
5. Количество животных в группе: Инт=19, А=20.



До полета Через 8 дней после КП Через 6 месяцев после КП

Рис. 35. МРТ-снимки коры головного мозга



Распределение статистического массива по экспрессии микроРНК-21 в плазме крови и слюне в сравнении контрольной и основной (с ГЦО) групп ($p<0,001$)

Рис. 36. Алгоритм первичной диагностики и мониторинга продолженного роста глиальных церебральных опухолей

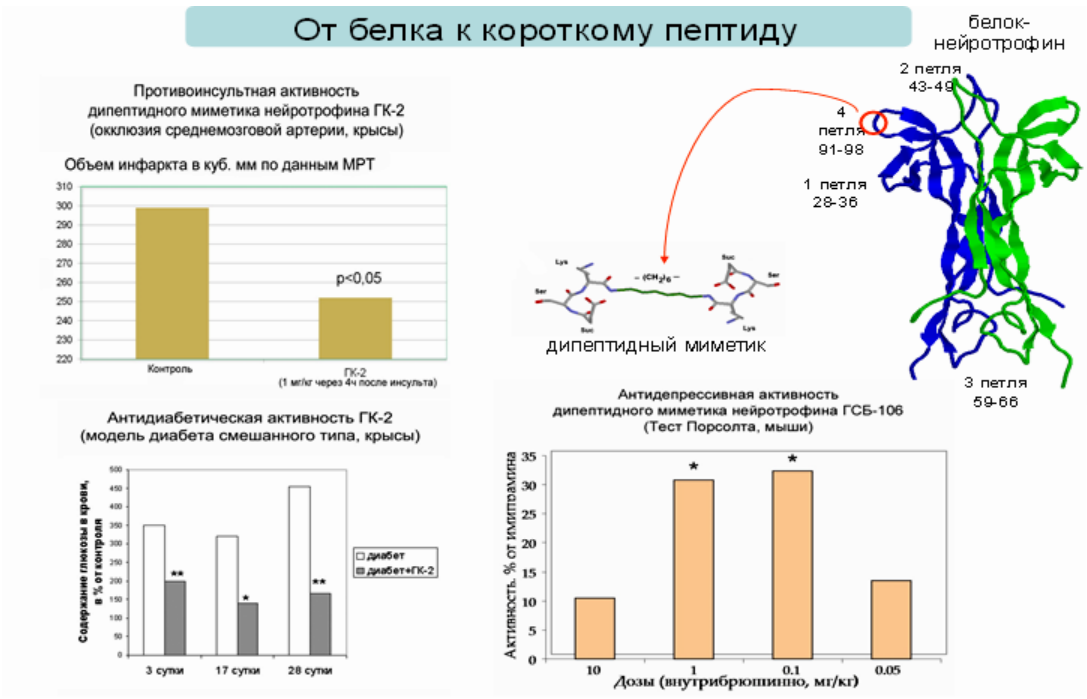


Рис. 37. Стратегия поиска низкомолекулярных соединений, обладающих свойствами факторов роста нервов

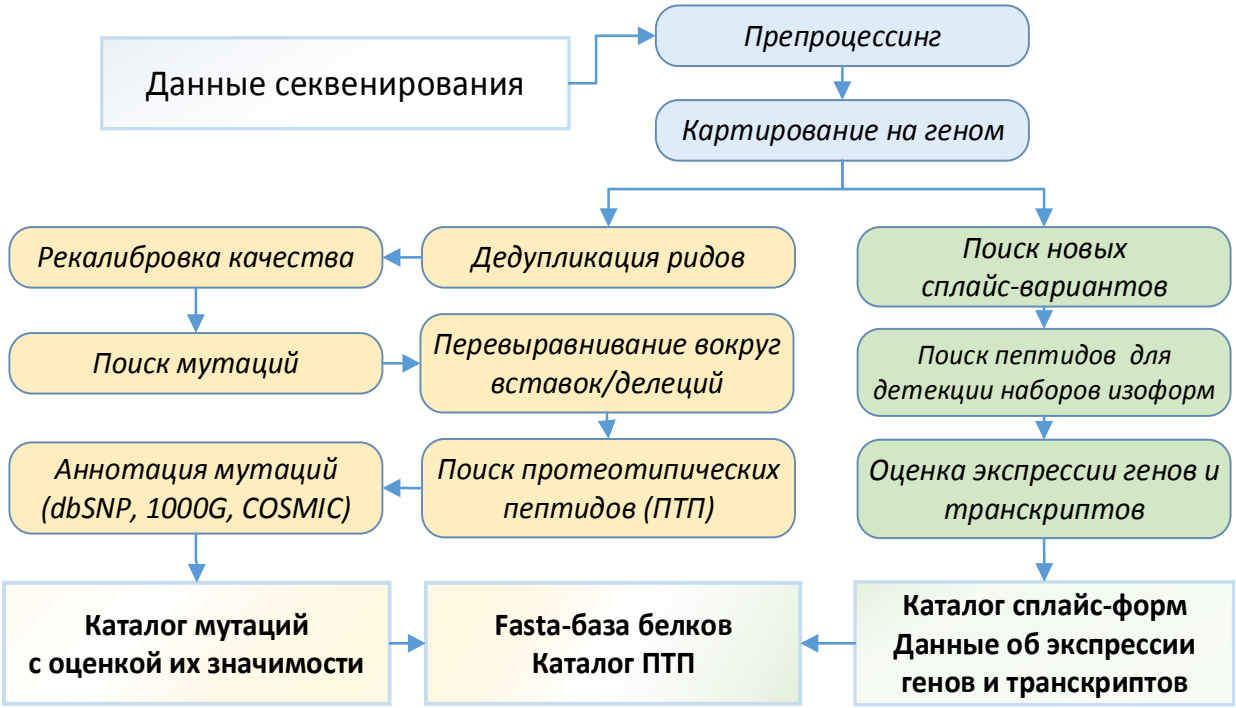


Рис. 38. PPLine: автоматизированный анализ данных секвенирования транскриптома и экзома в контексте протеомики

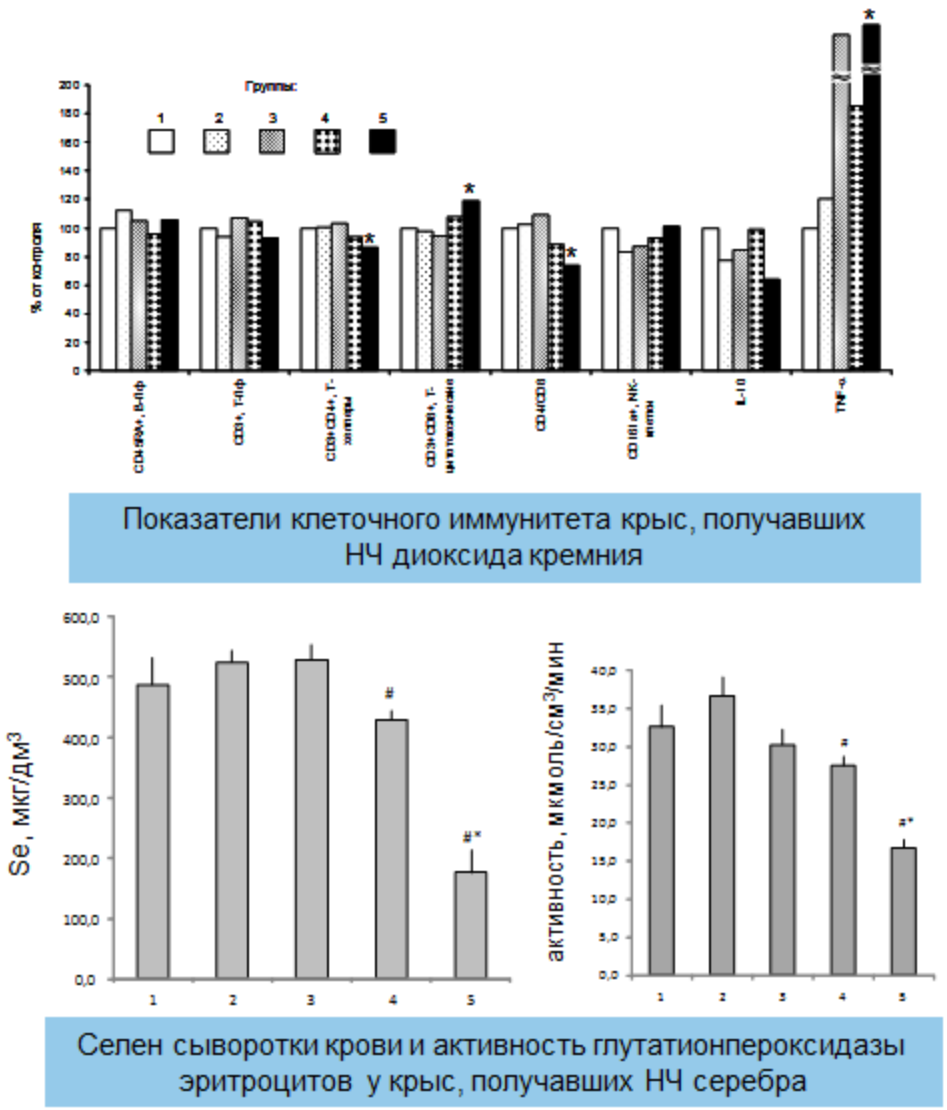
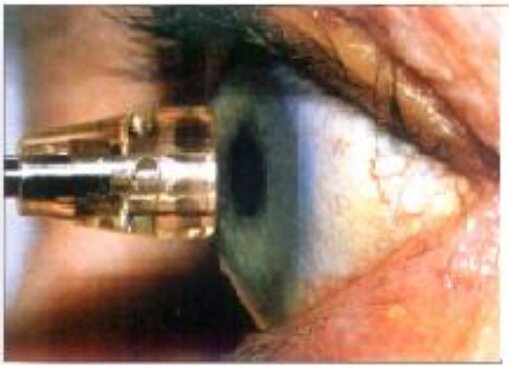
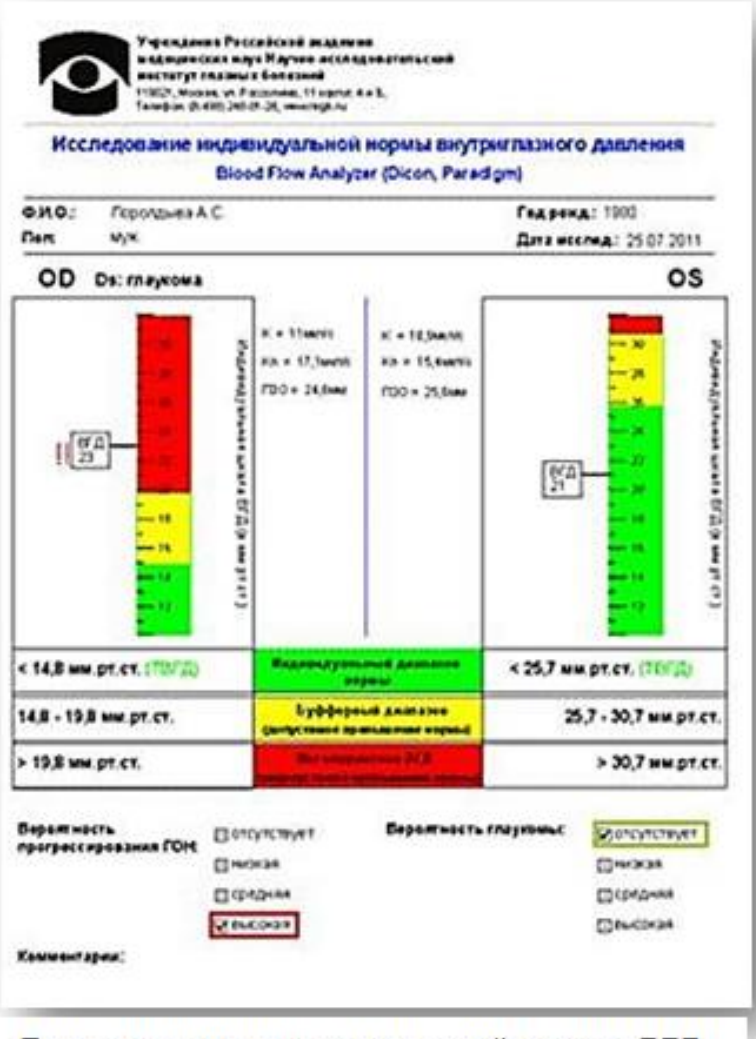


Рис. 39. Критерии и чувствительные биомаркеры токсического действия искусственных наночастиц при их поступлении с пищей

Определение величины объемного глазного кровотока для расчета индивидуальной нормы ВГД





Учреждение Российской академии медицинских наук Научно-исследовательский институт глазных болезней

Исследование индивидуальной нормы внутриглазного давления

Blood Flow Analyzer (Dicon, Paradigm)

Ф.И.О.: Городнева А.С. Год рожд.: 1960

Пол: муж. Дата исслед.: 25.07.2011

OD Ds: глаукома OS

< 14,8 мм.рт.ст. (ПВГД)	Индивидуальная норма	< 25,7 мм.рт.ст. (ПВГД)
14,8 - 19,8 мм.рт.ст.	Буферный диапазон (допустимо пограничная норма)	25,7 - 30,7 мм.рт.ст.
> 19,8 мм.рт.ст.	Патологическая ВГД	> 30,7 мм.рт.ст.

Вероятность прогрессирования ГОН: ☐ отсутствует ☐ низкая ☐ средняя ☑ высокая

Вероятность глаукомы: ☑ отсутствует ☐ низкая ☐ средняя ☐ высокая

Комментарии:

Бланк расчета индивидуальной нормы ВГД

Рис. 40. Метод ранней диагностики и персонализированного лечения глаукомы на основе индивидуальной нормы внутриглазного давления

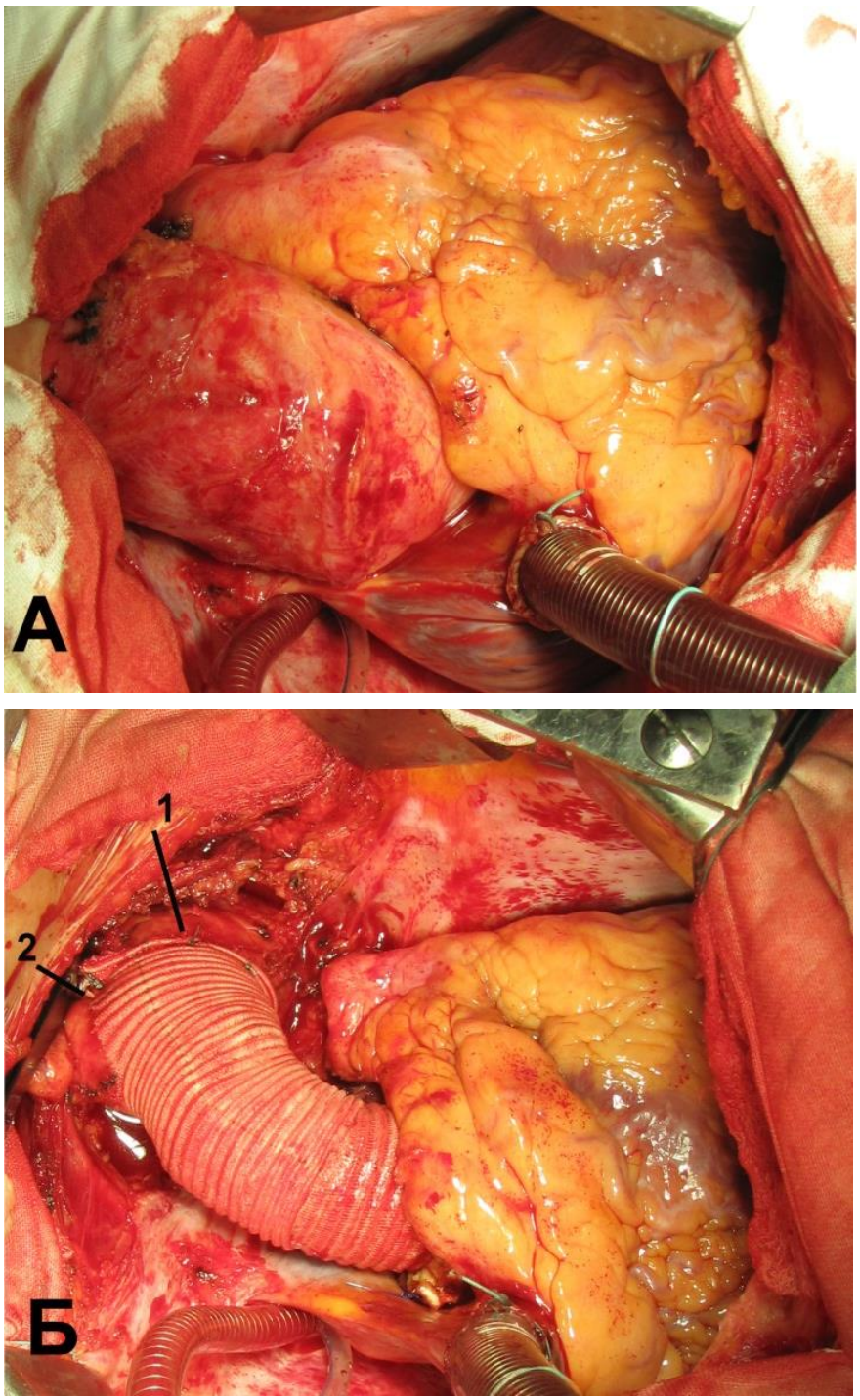


Рис. 41. Экзопротезирование в хирургии анивризм восходящего отдела и дуги аорты.
А- аневризма восходящего отдела и проксимальной части дуги аорты
Б – экзопротез дуги аорты
1 – Фиксированный дистальный край экзопротеза
2 – Брахиоцефальный ствол

Рис. 42. Диаскинтест – препарат для диагностики туберкулезной инфекции

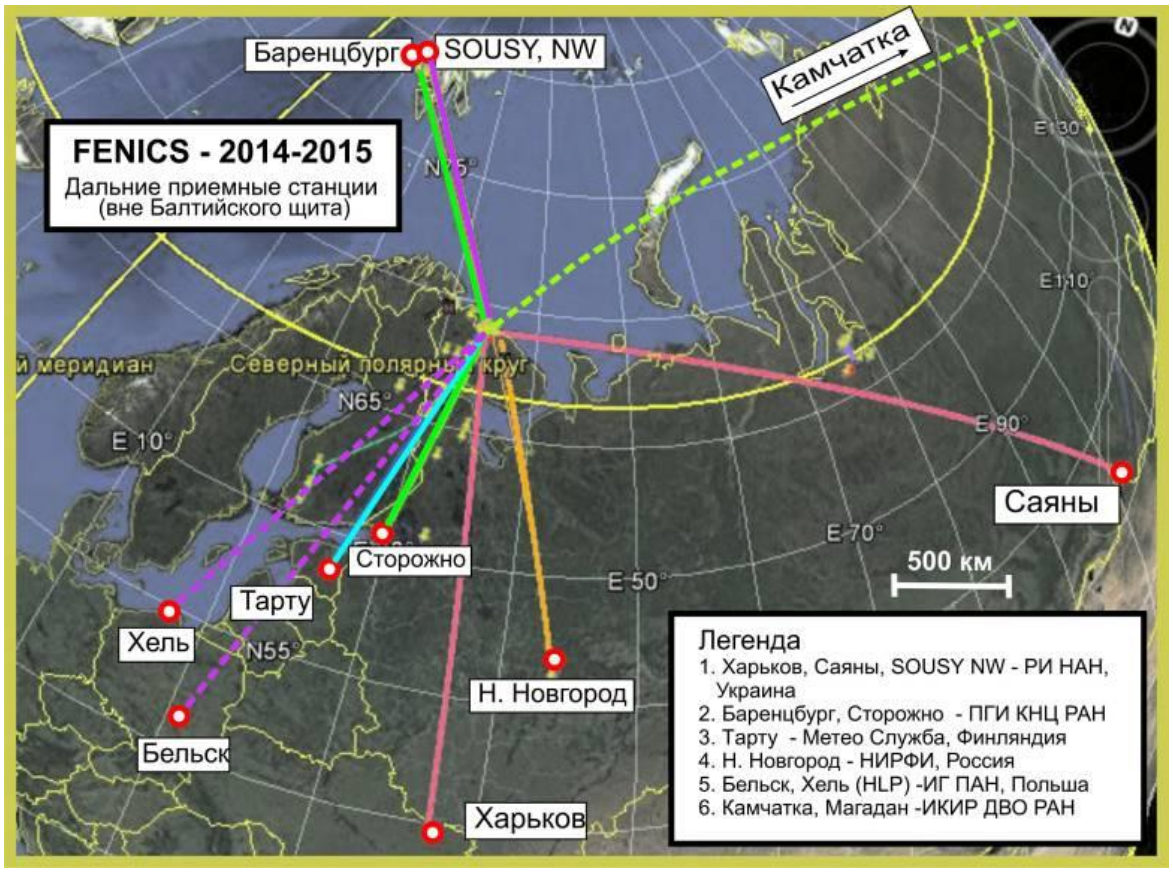
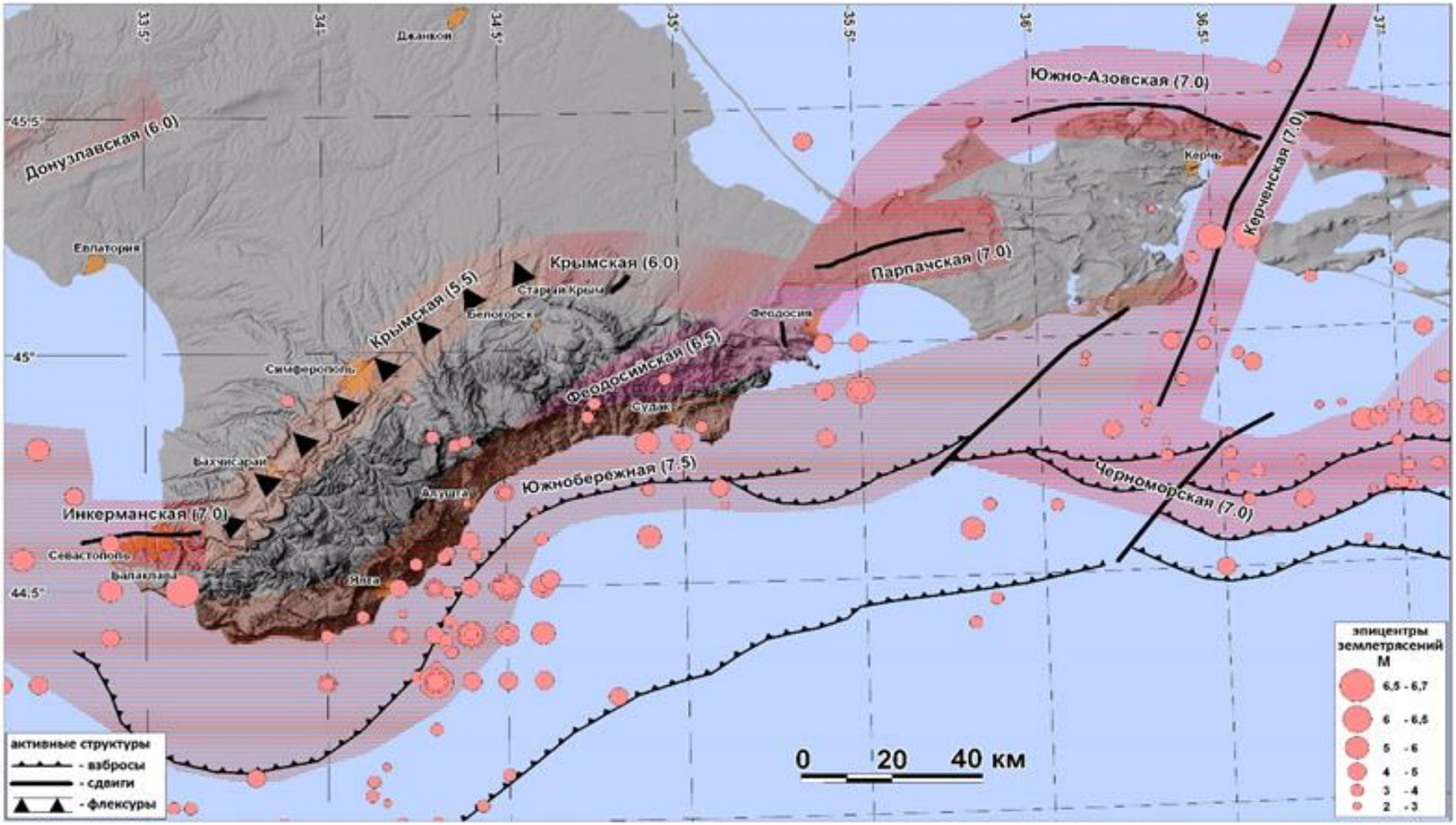


Рис. 43. Уникальный эксперимент «Fenics» по глубинному частотному зондированию литосферы Фенноскандинавского щита

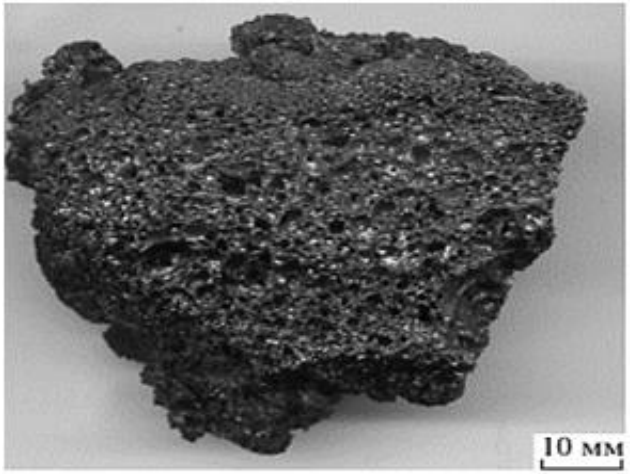
Рис. 44. Многофункциональный комплекс освещения донной обстановки



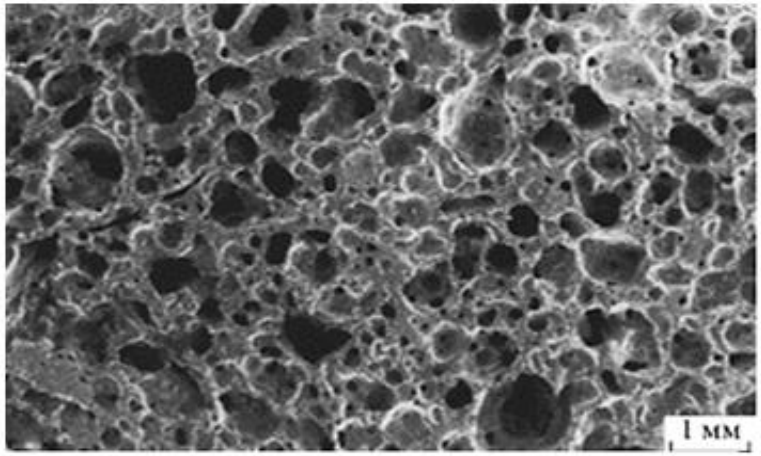
Зоны вероятных ожидаемых землетрясений Крыма и прилегающих акваторий Черного и Азовского морей с указанием прогнозной магнитуды

Рис. 45. Определение сейсмической опасности Крыма

Внешний вид вулканитов

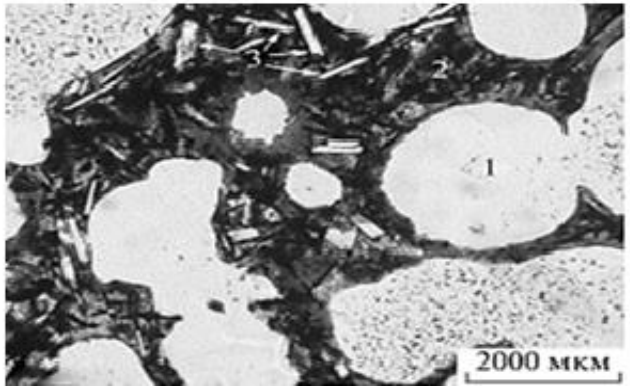


Изображение вулканита сканирующим электронным микроскопом



Микроструктура вулканита под оптическим микроскопом

(1 – полости, 2 – вулканическое стекло, 3 – микролиты)



Внешний вид микроалмазов

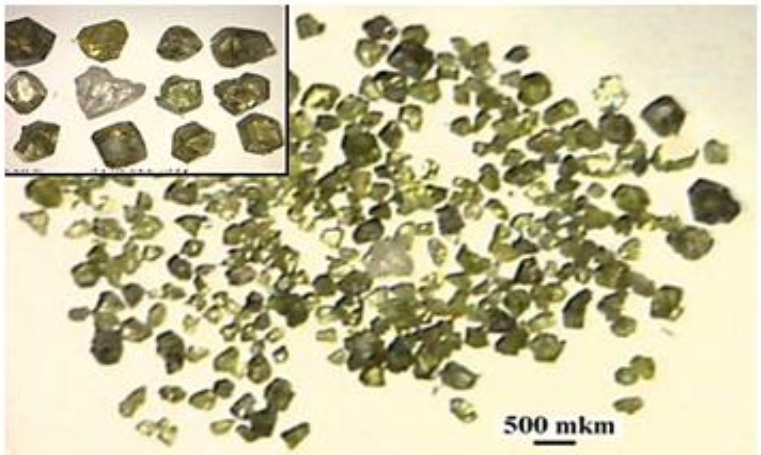
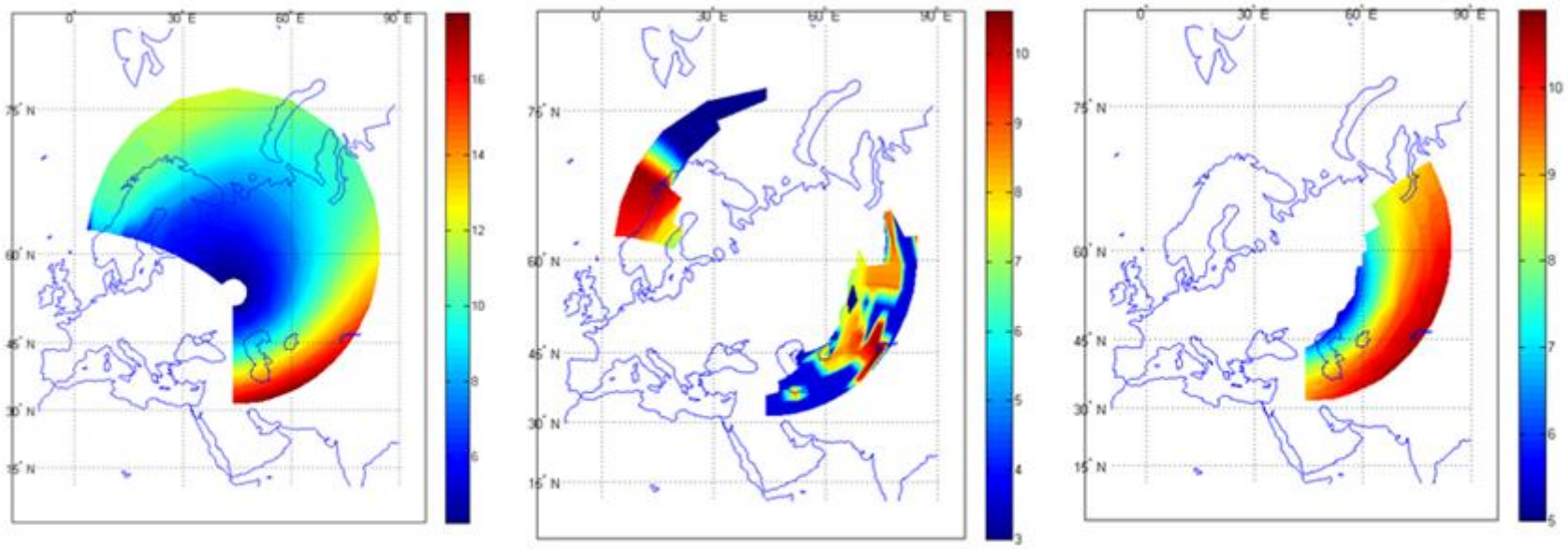


Рис. 46. Новый вид некимберлитовых алмазных проявлений



Максимально применимые частоты 1F2, 1F1 и 1E для ЗГРЛС КВ диапазона в условиях магнитной бури Кр=8

Рис. 47. Прогноз распространения КВ радиоволн

Рис. 48. Панорама стратегических проектов и программ до 2020-2025 гг.

1 группа – регионы лидеры, где доля сельского населения, использующего средства Интернета для получения всех рассматриваемых видов социальных услуг, выше, чем в среднем по РФ; 2 группа – регионы, в которых доля сельского населения, использующего средства ИКТ и ИТС для получения государственных и муниципальных услуг, выше, чем в среднем по РФ, однако, не все социальные услуги можно получить с использованием ИКТ; 3 группа - доля пользователей, использующих средства ИКТ для получения услуг в области социального обеспечения и образования, ниже среднероссийского уровня, но все рассматриваемые государственные услуги доступны в электронном виде; 4, 5 группы - доля сельского населения, использующая средства ИКТ для получения государственных услуг, ниже среднероссийского уровня, все рассматриваемые виды социальных услуг доступны в электронном виде сельскому населению; 6 группа - регионы отличаются отсутствием возможности получения услуг по социальному обеспечению сельского населения: пенсионное обеспечение, пособия, социальная поддержка; 7 группа - не используются средства ИКТ для: записи в детский сад и школу, получения путевок для детей, получения информации о текущей успеваемости учащихся, получения дополнительного образования для детей, подачи заявления на поступление в ВУЗ и т.п.; 8 группа - сельским населением используются средства Интернет лишь для получения услуг медицины и здравоохранения, ниже средней по России; 9 группа - отсутствуют возможности для сельского населения воспользоваться услугами здравоохранения и медицины, а также образования и науки в электронном виде; 10 группа - для сельского населения доступны в электронном виде лишь услуги в области образования и науки, степень использования данного вида услуг ниже среднероссийского уровня; 11 группа – низкое состояние процесса информатизации социальной сферы села.

Рис. 49. Топология регионов России по показателям информатизации социальной сферы села

Рис. 50. Работы институтов Отделения глобальных проблем и международных отношений

Рис. 51. Сборник статей «Города и веси средневековой Руси: археология, история, культура».

Рис. 52. Книга «От царства к империи. Россия в системе международных отношений. Вторая половина XVI – начало XX века»

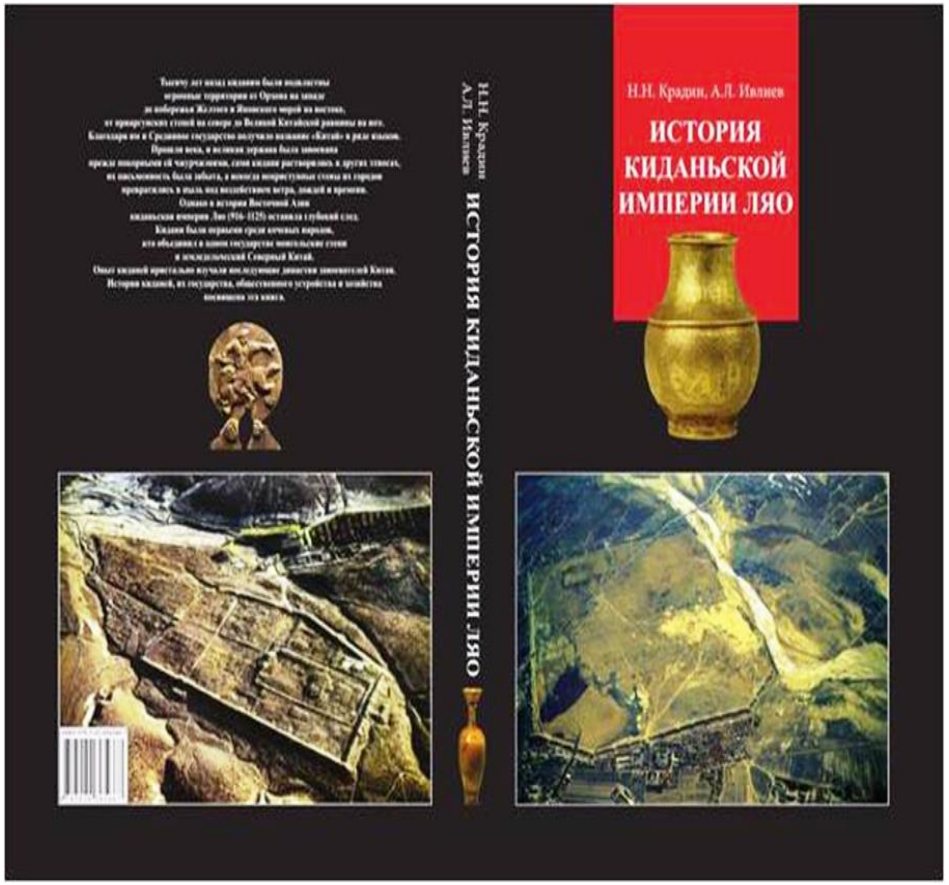


Рис. 53. Монографическое издание «История кинданьской империи Ляо»

Малогабаритный зерноуборочный комбайн

Сеялка точного высева

Семяочистительная машина

Сортировальная машина

Рис. 54. Импортозамещающий комплекс сельскохозяйственных машин

Рис. 55. Новые конкурентоспособные сорта озимой пшеницы

Рис. 56. Новый заводской тип крупного рогатого скота мясной герефордской породы «Дмитриевский»

Рис. 57. «Лахта центр». Панорамный вид (визуализация).

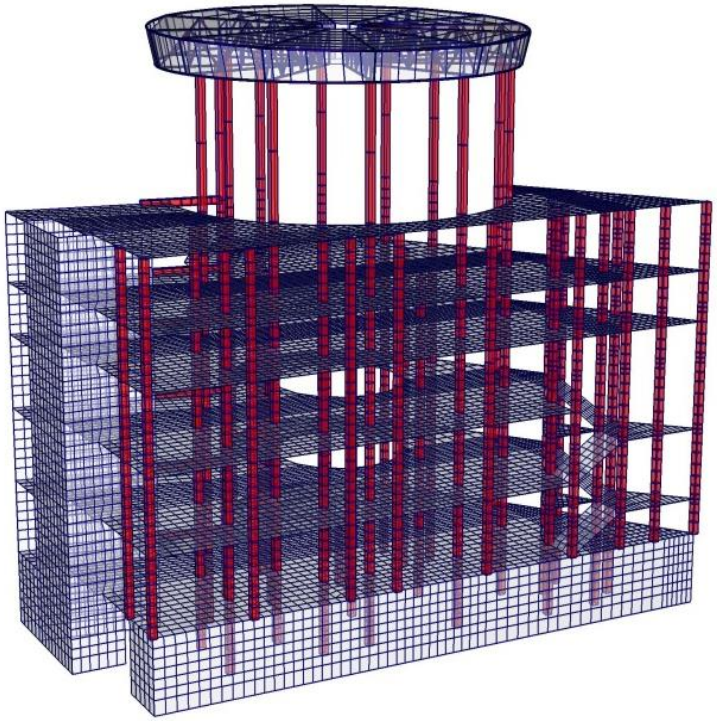



Рис. 58. Реконструированное здание филармонии (г. Белгород)
и его конечноэлементная модель расчета живучести.