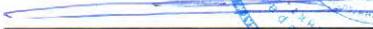


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАН

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Председателя
Санкт-Петербургского
научного центра РАН


д.т.н. О.В. Белый

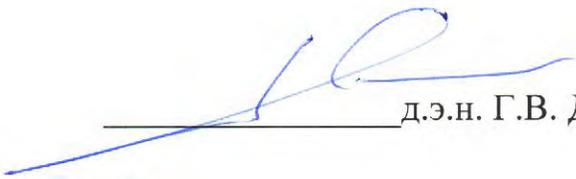
30 декабря 2016 года

**Разработка теории трансформации научно-инновационного
пространства Санкт-Петербурга в контексте инновационного
развития российской экономики с учетом теоретико-
методологических основ устойчивого технологического развития
региона на основе инновационно-инвестиционной деятельности и
воспроизводства и формирования научно-образовательного
потенциала Санкт-Петербурга**

(тема 0240-2014-0009, этап III)

предварительный отчет

Заместитель руководителя
темы (0240-2014-0009),
главный ученый секретарь
Санкт-Петербургского
научного центра РАН


д.э.н. Г.В. Двас

Санкт-Петербург

2016

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Пояснительная записка «О перспективных направлениях развития в Санкт-Петербурге фундаментальных исследований»	12
План-график реализации государственной программы перспективных направлениях развития в Санкт-Петербурге фундаментальных научных исследований на очередной финансовый год и плановый период до 2030 года	127

ВВЕДЕНИЕ

Санкт-Петербургским научным центром РАН (СПбНЦ РАН) с 2014 года выполняются фундаментальные исследования по теме «Разработка теории трансформации научно-инновационного пространства Санкт-Петербурга в контексте инновационного развития российской экономики с учетом теоретико-методологических основ устойчивого технологического развития региона на основе инновационно-инвестиционной деятельности и воспроизводства и формирования научно-образовательного потенциала Санкт-Петербурга».

В ходе выполненных в предшествующие годы исследований получены следующие результаты:

в 2014 году:

- выявлены наиболее перспективные направления развития мировой фундаментальной науки по отраслям науки, представленным в расположенных в Санкт-Петербурге научных организациях, осуществляющих фундаментальные исследования;

- исследован научный потенциал научных организаций Санкт-Петербурга на предмет возможностей осуществления ими фундаментальных исследований по наиболее перспективным направлениям развития мировой фундаментальной науки, с учетом наличия научных школ, системы подготовки научных кадров и необходимой для проведения таких исследований материальной базы;

- сформирован перечень направлений фундаментальных исследований, с одной стороны, соответствующих мировым трендам развития науки, а, с другой стороны, позволяющих с максимальной эффективностью использовать научный потенциал расположенных в Санкт-Петербурге научных организаций, осуществляющих фундаментальные исследования;

- исследовано фундирование задачи трансформации научно-инновационного пространства Санкт-Петербурга на основе инновационно-инвестиционной деятельности и воспроизводства и формирования научно-образовательного потенциала с учетом ключевых факторов экономического развития Санкт-Петербурга на средне- и долгосрочную перспективы;

- разработаны предложения по формированию стратегической политики научно-инновационного развития Санкт-Петербурга, в том числе, по разработке государственной программы трансформации научно-инновационного пространства Санкт-Петербурга;

в 2015 году:

- разработан примерный состав научно-исследовательских работ по каждому направлению из сформированного в 2014 году перечня;

- сформированы экспертно-координирующие органы, обеспечивающие сопровождение разработки и реализацию программы трансформации научно-инновационного пространства Санкт-Петербурга, – Президиум Санкт-Петербургского научного центра РАН и объединенные научные советы Санкт-Петербургского научного центра РАН (по физико-математическим наукам, по химическим наукам, по наукам о Земле, по общественным и гуманитарным наукам, по нанотехнологиям, по энергетике, по материаловедению, механике и прочности, по информатике, управлению и телекоммуникациям, по экологии и природным ресурсам, по биологии и медицине, по развитию агропромышленного комплекса, по междисциплинарным проблемам транспортных систем, по подготовке научных кадров);

- проведена апробация разработанных предложений по перспективным направлениям фундаментальных исследований, составу научно-исследовательских работ по отдельным перспективным направлениям и по формированию стратегической политики научно-

инновационного развития Санкт-Петербурга – посредством их рассмотрения на заседаниях объединенных научных советов, представления на российских и международных научных и научно-практических конференциях и семинарах, а также опубликования в ведущих научных журналах и в формате специализированной монографии «Перспективные направления развития науки в Санкт-Петербурге».

В соответствии с ранее утвержденным техническим заданием в 2016 году в рамках проводимого исследования надлежало осуществить разработку проекта программы фундаментальных научно-исследовательских работ на период до 2030 года (далее – Программа), предполагаемой к осуществлению в рамках реализации разработанной теории трансформации научно-инновационного пространства Санкт-Петербурга на основе инновационно-инвестиционной деятельности и воспроизводства и формирования научно-образовательного потенциала Санкт-Петербурга.

Разработка Программы подразумевала системный анализ предложений ведущих ученых и представителей научных организаций, осуществляющих фундаментальные исследования по сформированному примерному перечню научно-исследовательских работ (НИР), их увязку по срокам предлагаемых к реализации НИР и их этапов, необходимым ресурсам, ожидаемым результатам и потенциальным исполнителям (научным организациям, имеющим соответствующие научные школы).

Кроме того, предполагалось продолжить в 2016 году апробацию разработанных предложений по перспективным направлениям фундаментальных исследований, составу научно-исследовательских работ по отдельным перспективным направлениям и по формированию стратегической политики научно-инновационного развития Санкт-Петербурга – так же, как и в 2015 году, посредством их рассмотрения на заседаниях объединенных научных советов, представления на российских

и международных научных и научно-практических конференциях и семинарах, а также опубликования в ведущих научных журналах.

Методологическая особенность выполнения работ в 2016 году была связана с тем, что исследования выполнялись в соответствии с нормативной базой, действовавшей по состоянию на 1 января 2016 года. В том числе, формулировки перспективных направлений и конкретных НИР, предполагаемых к реализации в рамках Программы, должны были в максимальной степени соответствовать Основным направлениям фундаментальных исследований, утвержденным постановлением Президиума РАН от 1 июля 2003 года №233, и Плану фундаментальных исследований Российской академии наук на период до 2025 года, утвержденному Указом Президента Российской Федерации от 7 июля 2011 года № 899.

При этом, в связи с тем, что разрабатываемая Программа предполагается к утверждению в качестве новой подпрограммы государственной программы Российской Федерации «Развитие науки и технологий», формат представления сведений по каждой НИР в составе Программы должен был соответствовать Методическим указаниям по разработке и реализации государственных программ Российской Федерации (далее – Методические указания), утвержденным приказом Минэкономразвития России от 20 ноября 2013 года №690.

В настоящем отчете приведена пояснительная записка, содержащая краткие обоснования и описания перспективных направлений развития в Санкт-Петербурге фундаментальных исследований, перечень которых сформирован по результатам выполнения в 2016 году в рамках выполнения государственного задания по теме «Разработка теории трансформации научно-инновационного пространства Санкт-Петербурга в контексте инновационного развития российской экономики с учетом теоретико-методологических основ устойчивого технологического

развития региона на основе инновационно-инвестиционной деятельности и воспроизводства и формирования научно-образовательного потенциала Санкт-Петербурга». Резюме перспективных направлений развития в Санкт-Петербурге фундаментальных исследований по каждой отрасли науки содержит информацию об апробации – о научных и научно-практических конференциях, на которых научными сотрудниками Санкт-Петербургского научного центра РАН выполнялись доклады по соответствующим перспективным направлениям науки, и об опубликованных научными сотрудниками СПбНЦ РАН в рецензируемых журналах статей, также содержащих информацию о перспективных направлениях фундаментальных исследований.

Также настоящий отчет содержит перечень направленных на реализацию указанных направлений мероприятий проекта программы фундаментальных научно-исследовательских работ на период до 2030 года, сведенные в таблицу, соответствующий форме приложения 13а к Методическим указаниям Минэкономразвития России, и при этом сгруппированных в соответствии с приоритетами научно-технологического развития России, утвержденными в составе Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (Указ Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 года № 642).

Вместе с тем, необходимо отметить, что в течении 2016 года произошли серьезные изменения нормативной базы. В частности, приказом Минэкономразвития России от 16 сентября 2016 года №582 предыдущая редакция Методических указаний была признана утратившей силой, а взамен её были утверждены новые Методические рекомендации. Кроме того, в соответствии с поручением Правительства Российской Федерации от 15 июня 2016 года № ИШ-П13-3532 Минэкономразвития России совместно с Минфином России 1 июля 2016 года утвердили Методические рекомендации по представлению предложений по внесению

изменений в государственные программы Российской Федерации в соответствии с распределением бюджетных ассигнований федерального бюджета на 2017 год и на плановый период 2018 и 2019 годов.

Однако, наиболее серьезные изменения были привнесены Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 года № 642, которым была утверждена Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации (далее – Стратегия).

С точки зрения выполняемого СПбНЦ РАН фундаментального исследования, утверждение Стратегии повлекло кардинальные изменения базовой парадигмы, так как, во-первых, Стратегия (статья 20) определила приоритеты научно-технологического развития Российской Федерации на ближайшие 10-15 лет (направления, которые позволят получить научные и научно-технические результаты и создать технологии, являющиеся основой инновационного развития внутреннего рынка продуктов и услуг, устойчивого положения России на внешнем рынке), а, во-вторых, конкретизировала (статья 36) результаты, ожидаемые вследствие таргетируемого изменения роли науки и технологий в развитии общества, экономики и государства.

Изменения нормативной базы потребовали проведения дополнительных исследований на предмет установления соответствия проекта Программы указанным изменениям и определения основных направлений по корректировке проекта Программы в случае выявления тех или иных несоответствий. По итогам этих дополнительных исследований мероприятия Программы были сведены в таблицу, соответствующую форме приложения 13а к Методическим указаниям Минэкономразвития России, и при этом сгруппированы в соответствии с приоритетами научно-технологического развития России, утвержденными в составе Стратегии.

Анализ переформатированного проекта Программы выявил, что некоторые из утвержденных Стратегией приоритетов научно-технологического развития России лишь фрагментарно отражены в проекте Программы, несмотря на то, что научный потенциал расположенных в Санкт-Петербурге научных организаций позволяет внести значительно больший вклад в реализацию Стратегии по таким направлениям, как:

- переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, разработку и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений и животных, хранение и эффективную переработку сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания (пункт г) статьи 20 Стратегии);

- противодействие техногенным, биогенным, социокультурным угрозам, терроризму и идеологическому экстремизму, а также киберугрозам и иным источникам опасности для общества, экономики и государства (пункт д) статьи 20 Стратегии);

- связанность территории Российской Федерации за счет создания интеллектуальных транспортных и телекоммуникационных систем, а также занятия и удержания лидерских позиций в создании международных транспортно-логистических систем, освоении и использовании космического и воздушного пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики (пункт е) статьи 20 Стратегии).

Основная причина такого несоответствия заключается в том, что в отличие от ранее принятых документов – Основных направлений фундаментальных исследований и Плана фундаментальных исследований Российской академии наук на период до 2025 года – Стратегия носит менее

доктринальный характер и в значительной степени ориентирована на прикладные, инновационные аспекты развития науки в России.

Кроме того, Стратегия (статьи 32 и 33) ввела в юридический оборот новые механизмы создания условий для проведения исследований и разработок, соответствующих современным принципам организации научной, научно-технической и инновационной деятельности и лучшим российским практикам, а также для формирования эффективной системы коммуникации в области науки, технологий и инноваций, повышения восприимчивости экономики и общества к инновациям, развития наукоемкого бизнеса, что создает предпосылки для расширения перечня НИР, способных благоприятно влиять на эффективность трансформации научно-инновационного пространства Санкт-Петербурга в контексте инновационного развития российской экономики, что является предметом настоящего исследования и одной из целей разрабатываемой Программы.

Исходя из изложенного было принято решение об организации в 2017 году дополнительных исследований в рамках рассматриваемой темы государственного задания, в ходе которых будут проанализированы потенциалы расположенных в Санкт-Петербурге научных и научно-образовательных организаций по участию в реализации не только чисто фундаментальных, но и прикладных НИР, соответствующих утвержденным Стратегией приоритетам научно-технологического развития России.

Также в 2017 году следует продолжить работу по дальнейшей конкретизации влияния трансформации научно-инновационного пространства Санкт-Петербурга на его социально-экономическое развитие. Такая необходимость связана с принятием вступивших в силу в 2016 году изменений в государственную программу Санкт-Петербурга «Развитие промышленности, инновационной деятельности и агропромышленного комплекса в Санкт-Петербурге на 2015-2020 годы», которыми утвержден

перечень пилотных инновационных кластеров, формируемых, в том числе, с учетом рекомендаций Санкт-Петербургского научного центра РАН.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
О ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ РАЗВИТИЯ
В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.	Перспективные направления развития фундаментальных исследований в области физико-математических наук	13
2.	Перспективные направления развития фундаментальных исследований в сфере энергетики	44
3.	Перспективные направления развития фундаментальных исследований в области механики, материаловедения и прочности	57
4.	Перспективные направления развития фундаментальных исследований в области химических наук	68
5.	Перспективные направления развития фундаментальных исследований в области информатики, управления и телекоммуникаций	74
6.	Перспективные направления развития фундаментальных исследований в области наук о Земле	80
7.	Перспективные направления развития фундаментальных исследований в области биологических и медицинских наук	94
8.	Перспективные направления развития фундаментальных исследований в сфере экологии и природных ресурсов	102
9.	Перспективные направления развития фундаментальных исследований в области гуманитарных и общественных наук	109
10.	Перспективные направления развития фундаментальных исследований по междисциплинарным проблемам транспортных систем	122

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК

Подпрограмма Фундаментальных научных исследований СПбНЦ РАН направлена на развитие и поддержку исследований, успешно ведущихся в научных организациях региона, отмеченных выдающимися результатами, находящимися на мировом уровне развития науки, а часто определяющих этот уровень.

В разделе физико-математических наук собраны наиболее фундаментальные научные исследования, которые не потеряют своей актуальности в период до 2030 года¹. Темы сформулированы достаточно общо на весь срок действия Подпрограммы и не предполагают выделения этапов исследований по времени. Такое разбиение может быть произведено при разработке локальных планов в рамках утвержденной Подпрограммы.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

При оценке перспектив развития математических наук в Санкт-Петербурге целесообразно одновременно рассматривать исследования как в области фундаментальной математики, так и в области теоретической физики и теоретической информатики. Исследования в указанных областях существенно используют математический аппарат. Кроме того,

¹ В 2016 году начал работу выделенный из состава Объединенного научного совета по физико-математическим наукам в качестве самостоятельного Объединенный научный совет по нанотехнологиям (председатель – академик Ж.И.Алферов, ученый секретарь – к.ф.-м.н. А.М.Мизеров), однако, с учетом того, что в 2014-2015 годах исследования в рамках рассматриваемой темы были организованы через Объединенный совет по физико-математическим наукам, в настоящем отчете сохранена прежняя структура систематизация отраслей науки, при этом перспективные направления фундаментальных исследований в сфере нанотехнологий включены в раздел по физико-математическим наукам.

именно эта тематика традиционно является областью исследований в математических научно-исследовательских центрах Санкт-Петербурга.

В Подпрограмме выделено семь направлений исследований.

1. Алгебра и теория чисел.

В области алгебраической геометрии в Санкт-Петербурге развиваются алгебро-геометрические, топологические и мотивные методы и их применение к решению классических проблем. Проблемы построения арифметических и мотивных аналогов – исключительно важные, но далекие от полного решения проблемы. Речь идет о переносе в арифметическую ситуацию геометрических и гомотопических методов. Значимость этих проблем в том, что продвижения в их решении позволят применить хорошо разработанные алгебро-геометрические и гомотопические методы к решению весьма трудных классических арифметических проблем. Любое новое продвижение в направлении решения этих проблем имеет значимость и вызывает интерес в мировом научном сообществе.

2. Математический и функциональный анализ.

Задачи, находящиеся на стыке комплексного, гармонического и функционального анализа, интересуют математиков по всему миру. Данная область продолжает активно развиваться, многие важные вопросы остаются открытыми. Проводимые в Санкт-Петербурге исследования в области гармонического и комплексного анализа мотивированы следующими актуальными тенденциями:

а) Смещение интереса исследователей в области гармонического анализа от конкретных функциональных пространств и конкретных операторов к их классам и обобщениям.

б) Рост интереса к гармоническому анализу на сфере, мотивированный результатами в области теории аппроксимации на сфере.

в) Систематическое использование методов гармонического анализа в теории функций нескольких комплексных переменных.

3. Теория вероятностей и математическая статистика.

Аналитические проблемы теории вероятностей и математической статистики находятся в центре внимания математиков из ведущих стран мира на протяжении многих лет. В связи с приложениями в физике, биологии, вычислительной математике и других естественных науках в последние годы имел место резкий рост интереса и числа публикаций в области случайных матриц. В частности, важные новые теоремы о случайных матрицах, случайных полиномах и в области математической статистики были получены петербургскими математиками самостоятельно и в сотрудничестве с российскими и иностранными коллегами.

4. Геометрия и топология.

К этой теме относится круг вопросов, связанных с дискретизацией римановых и финслеровых многообразий посредством аппроксимации их сетями, что возможно откроет путь для внедрения численных методов при решении геометрических проблем. Необходимость исследования геометрии римановых многообразий средствами дискретного анализа возникает в ряде прикладных областей (геофизика, материаловедение, медицина, машинное обучение), в которых важную роль играют структуры, моделируемые римановыми метриками. Интерес к этим вопросам вызван также развитием вычислительной техники.

Другой аспект – асимптотическая геометрия, т.е. изучение связи крупномасштабной геометрии некомпактных пространств с геометрией их границ на бесконечности. Асимптотическая геометрия и топология применяются для решения ключевых проблем современной математики. Также развиваются аналитические методы в теории пространств ограниченной снизу кривизны.

В области топологии в Санкт-Петербурге ведутся исследования по

тропической геометрии, гомотопическим инвариантам и случайным блужданиям. Тематика, связанная с тропической геометрией, возникла из решения трудных классических проблем алгебраической геометрии над полями комплексных и вещественных чисел.

5. Уравнения математической физики и дифференциальные уравнения в частных производных.

Создание и развитие математического аппарата, позволяющего адекватно моделировать явления, наблюдаемые в жидких и газообразных средах, а также позволяющего проводить качественный анализ и расчет различных параметров и характеристик течений указанных сред, является одной из наиболее важных направлений современной математической физики. Основной задачей проекта в части качественного анализа задач математической физики является изучение уравнений Навье-Стокса и их применимости для описания динамики вязкой несжимаемой жидкости при больших числах Рейнольдса.

6. Теоретическая физика.

Одной из важных задач современной теоретической физики является развитие методов квантовой теории поля с использованием опыта решений точно интегрируемых моделей; развитие новых методов, позволяющих анализировать квантовые системы вне рамок обычной теории возмущений; развитие математического аппарата теории квантовых групп и её приложение к квантовому методу обратной задачи. Исследования в этом направлении связаны с решением одной из «проблем тысячелетия» относящейся к квантовой теории Янга-Миллса.

7. Теоретическая информатика и дискретная математика.

Основные направления исследований включают теорию сложности алгоритмов, теорию схемной сложности, теорию сложности вычислений, исследования комбинаторных структур и исследования по теории графов. Новые алгоритмы для труднорешаемых задач, улучшающие предыдущие

рекорды, были получены для задач булевой выполнимости. Разработаны методы автоматического доказательства верхних оценок для алгоритмов, работающих методом расщепления, разработаны новые алгоритмы и получены новые верхние оценки сложности для задачи максимальной выполнимости, задачи о максимальном разрезе, задаче о кратчайшей общей надстроке. Новые верхние оценки на DPLL-алгоритмы для задачи выполнимости, улучшающие предыдущие рекордные значения, и новые экспоненциальные нижние оценки на выполнимых формулах, которые на данный момент доказаны для ограниченных классов DPLL-алгоритмов.

АСТРОНОМИЯ И АСТРОФИЗИКА

В разделе выделены три основные направления исследований:

1. Физика и эволюция вырожденных звездных объектов (белых карликов и нейтронных звезд). Механизмы энерговыделения пульсаров, взрывных переменных, рентгеновских и гамма-барстеров, повторяющихся и космологических гамма-всплесков.

Нейтронные звезды образуются на заключительной стадии эволюции массивных звезд, которые, как правило, входят в состав тесных двойных систем. Они представляют собой компактные, быстро вращающиеся сверхплотные объекты, масса которых превосходит солнечную в 1.5-2 раза, а магнитное поле достигает ТГс. Вещество при этих условиях образует сильно неидеальную систему частиц, взаимодействующих посредством ядерных и кулоновских сил, в котором могут развиваться такие необычные квантовые макроскопические явления как сверхтекучесть нуклонов. Сильное магнитное поле является квантующим для электронов, а в ряде случаев и атомных ядер в оболочках нейтронных звезд. Дополнительной трудностью исследования физических свойств вещества, находящегося при этих условиях, является необходимость учета эффектов общей теории относительности.

Исследование явлений, происходящих в непосредственной окрестности нейтронных звезд, позволили обнаружить эффект магнитной левитации плазмы в масштабах, недостижимых как в Земных лабораториях, так и на обычных звездах. Многие из эффектов, впервые обнаруженные при исследовании нейтронных звезд, были впоследствии замечены в окрестности белых карликов, наблюдения которых доступны не только в высокоэнергичной, но и оптической области спектра. Эти наблюдения проводятся на крупнейших отечественных и зарубежных телескопах.

2. Исследование межзвездной среды, областей звездообразования и межзвездных молекулярных полос.

Пыль присутствует практически во всех астрономических объектах, играя важную роль различных физических и химических процессах. Ее наблюдаемые проявления весьма разнообразны и во многих случаях отличаются от ожидаемых в рамках наиболее популярной на сегодня модели полидисперсного ансамбля однородных шаров. Актуальность создания новой модели стала очевидной после успешной реализации программы наблюдений в ИК и субмиллиметровом диапазонах космическим телескопом «Гершель». Анализ данных, полученных этим телескопом, указывает на необходимость построения более адекватных моделей, в полной мере учитывающих особенности формы и структуры космических пылевых частиц.

Одной из самых старых (более 100 лет) загадок астрономии является природа диффузных межзвездных полос, т.е. линий поглощения, образующиеся в межзвездных облаках и наблюдаемые преимущественно в видимой области оптического спектра. Вещество, ответственное за образование этих полос, широко представлено в космосе как в нашей, так и других галактиках. Принято считать, что это сложные молекулы на углеродной основе, т.е. основы органической материи. В программу

исследований входит также поиск взаимосвязей (корреляций) между изменениями наблюдаемых характеристик диффузных полос и других характеристик межзвездной среды. Это позволяет определить диапазон физических характеристик, способствующих образованию или разрушению носителей этих полос, тем самым сужая рамки для поиска возможных кандидатов.

3. Исследования активных ядер галактик и взаимодействия галактик.

Активные ядра галактик являются источниками переменного излучения, значительный вклад в которое вносят нетепловые механизмы, и мощными ускорителями частиц, образующих релятивистские струи (джеты). Наиболее ярко эти свойства проявляются в блазарах (объекты типа BL Lac), в которых процессы генерации излучения и ускорения частиц происходят в непосредственной близости от массивной черной дыры, являющейся основным источником энергии этих объектов. Эти источники являются наилучшими лабораториями исследования свойств вещества в окрестности черной дыры, что является исключительно важно с точки зрения проверки фундаментальных принципов современной физики.

Структура внешних областей галактик в значительной степени определяется гравитационным взаимодействием и обменом вещества (внешней аккрецией) между ними, а также неустойчивостями в их звездных и газовых дисках. Исследование этих процессов предполагает наблюдения большой выборки галактик на крупных телескопах, анализа архивных данных и численное моделирование. Предметом исследований являются в первую очередь объекты, структура которых отражает разные стадии и типы внешнего и внутреннего возмущения (тесные взаимодействующие системы, галактики с полярными кольцами, приливными структурами, кинематически выделенными подсистемами,

искривленными дисками и т.д.), как в близкой, так и удаленной частях Вселенной.

Исследования активных ядер галактик проводится путем синхронных кооперативных наблюдений в диапазоне от радио до гамма-лучей. Особое внимание уделяется кросс-корреляционному анализу между оптическими и гамма кривыми блеска и сопоставлению этих данных с результатами РСДБ наблюдений в миллиметровом диапазоне, в интенсивности и поляризованном свете. Сопоставление параметров поляризации оптического излучения и параметров поляризации в джете, а также анализ направления оптической поляризации по отношению к структуре самого джета, позволит сделать заключения о свойствах магнитных полей в областях оптического и радио излучения, что очень важно для понимания процессов, ответственных за ускорение частиц в плазме (ударные волны, турбулентность или перезамыкание силовых линий магнитного поля).

Для исследования структуры внешних областей выбирается ряд конкретных галактик, которые детально исследуются на крупных российских и зарубежных телескопах в сочетании с численным моделированием изучаемых объектов как многокомпонентных систем. Структурные характеристики больших выборок галактик анализируются статистическими методами. Проводится фотометрическая декомпозиция больших выборок галактик, включая учет вклада спирального узора.

Наблюдения, статистическая обработка и моделирование структуры внешних областей галактик позволят получить сведения о структуре и кинематике разных типов галактик, необходимый для решения широкого круга задач внегалактической астрономии (изучение влияния взаимодействия галактик на темп звездообразования, на стимулирование нетепловой ядерной активности и пр.).

ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

В разделе выделены четыре темы исследований:

1. Экспериментальные исследования и феноменологическое описание адронов и их сильных взаимодействий.

Исследования спектроскопии адронов. Поиски и изучение экзотических (многокварковых, гибридных и др.) адронов, исследование их свойств, взаимодействий и механизмов их рождения.

Исследование жестких процессов с участием адронов. Изучение процессов рождения адронов с тяжелыми кварками, которые могут зондировать сильные взаимодействия на малых расстояниях; исследование механизмов этих процессов.

Изучение поведения различных процессов и их характеристик (в том числе полные, неупругие и дифференциальные сечения, множественности, близкие и дальние корреляции вторичных адронов в неупругих реакциях, и др.) при высоких и сверхвысоких энергиях, с использованием как различных ускорителей, так и космических лучей.

Углубление понимания свойств сильных взаимодействий и описывающей их Квантовой Хромодинамики (КХД). Выявление и моделирование тех следствий КХД, которые не поддаются пока прямым расчетам. Возможны приложения, например, к проблеме генерации космических лучей и их влияния на процессы и объекты в космосе, к созданию атомных реакторов с запуском от ускорителя, и др.

2. Экспериментальные исследования и феноменологическое описание электромагнитных и слабых взаимодействий адронов и лептонов.

Исследования электромагнитных свойств частиц, например, формфакторов и других характеристик. Извлечение радиусов адронов и выделение вкладов многофотонных обменов. Поиски проявлений электромагнитных взаимодействий нейтрино.

Изучение слабых распадов, особенно для адронов с тяжелыми кварками. Изучение нарушения симметрий в слабых взаимодействиях, в особенности CP-нарушения. Поиски электрических дипольных моментов нейтрона и заряженных частиц (протона, электрона, мюона, и др.). Проверка сохранения CPT-инвариантности.

Дальнейшее исследование механизма Энглера-Браута-Хиггса и недавно открытого бозона Хиггса. Поиски других Хиггсовских бозонов, нейтральных и заряженных, и изучение их свойств.

Исследования различных проявлений нейтринных осцилляций. Поиски путей измерения абсолютных значений нейтринных масс, определения их иерархии, измерения CP-нарушения в смешивании нейтрино и в различных лептонных процессах. Поиски переходов между заряженными лептонами и/или нарушения их симметрии. Экспериментальные исследования с помощью нейтринных пучков от ускорителей и реакторов. Исследования природных источников нейтрино (солнечные, атмосферные, космические). Поиски и исследования геонейтрино, порожденных радиоактивными элементами в толще Земли.

Завершение формулировки Стандартной Модели взаимодействий элементарных частиц, уточнение ее параметров. Описание структуры необходимого для нее и лишь недавно открытого Хиггсовского сектора; понимание механизмов смешивания кварков и лептонов. Возможны приложения к физике космических лучей, к астрофизике (в частности, к описанию Солнца и сверхновых звезд), к дистанционному контролю атомных реакторов, к зондированию внутренности Земли, и др.

3. Поиски и изучение физики за пределами Стандартной Модели элементарных частиц.

Выявление и исследование «пограничных» величин (процессов), которым Стандартная Модель предсказывает очень малые значения (вероятности) или даже запрещает их. Поиски нейтрон-антинейтронных

переходов и/или распада протона. Поиски безнейтринных двойных бета-распадов и/или аналогичных процессов (например, двойных К-захватов). Поиски и изучение новых типов нейтрино, например, тяжелых и/или стерильных. Поиски суперсимметрии и связанных с ней частиц. Поиски новых промежуточных бозонов и других неожиданных частиц. Поиски «Великого Объединения» (с более высокой симметрией, чем в Стандартной Модели). Поиски эффектов гравитации, классической и/или квантовой, в мире элементарных частиц. Прямые и косвенные поиски Темной Материи. Выяснение природы Темной Энергии.

Выявление границ применимости Стандартной Модели. Определение возможных путей расширения ее или выхода за ее пределы.

4. Теоретические исследования возможностей описания микромира.

Построение и исследование различных квантово-полевых и других моделей. Изучение роли размерности пространства, а также различных методов квантования и регуляризации. Суммирование рядов диаграмм Фейнмана и изучение их поведения в различных предельных случаях (в том числе, при высокой энергии). Выявление связей (дуальности) между различными моделями. Поиски путей описания конфайнмента в неабелевых калибровочных теориях.

Выявление новых возможностей построения последовательной самосогласованной теории для описания свойств и взаимодействий элементарных частиц, Темной Материи и других объектов микромира.

ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

В направлении ядерной физики исследования, проводимые в научных центрах Санкт-Петербурга при активном участии институтов РАН, носят комплексный характер и охватывают наиболее актуальные

проблемы экспериментальной и теоретической ядерной физики и приложений ядерно-физических методов в смежных областях науки и технологий. Отметим, что в перечисленных ниже направлениях исследований петербургские ученые занимают лидирующие позиции в мире, работая в составе международных коллабораций и внося решающий вклад в полученные результаты.

В Программе выделено пять направлений исследований.

1. Изучение структуры атомных ядер.

В области изучения структуры атомных ядер одной из важнейших является проведение прецизионных измерений ядерных масс и других характеристик атомных ядер (времен жизни, свойств возбужденных состояний, вероятностей переходов, распределения ядерной материи и т.п.). Эта традиционная область ядерной физики позволяет решать принципиально новый круг задач. Например, повышение точности измерения масс атомных ядер дает возможность подойти к решению проблемы определения массы нейтрино. В настоящий момент величина массы нейтрино не известна, существуют ограничения сверху на массы, как конкретных ароматов нейтрино, так и разностей квадратов масс массовых состояний нейтрино.

Большое значение имеет повышение точности измерения характеристик такой хорошо известной частицы, как нейтрон. Точное измерение его времени жизни существенно для проверки справедливости Стандартной модели электрослабых взаимодействий, установления величины барионной асимметрии Вселенной и других астрофизических задач. Полученные к настоящему моменту результаты времени жизни устраняют имевшееся ранее расхождение экспериментального времени жизни нейтрона со Стандартной моделью и подтверждают последнюю. Другой важнейшей задачей физики нейтронов, тесно связанной с фундаментальными проблемами ядерной физики, является задача поиска

электрического дипольного момента (ЭДМ) нейтрона. ЭДМ нейтрона отличен от нуля в суперсимметричных теориях с CP нарушением, в рамках которых может быть объяснена загадка барионной асимметрии Вселенной (преобладание материи над антиматерией).

Огромный опыт накоплен в исследованиях с использованием мюонов. В частности, удалось определить скорость ядерного захвата мюонов протонами в реакции $(\mu^- p)_{1S} \rightarrow n + \nu_\mu$ и тем самым измерить псевдоскалярный формфактор электрослабого взаимодействия нуклона и подтвердить НВСРТ теорию. Исследования ученых ПИЯФ по мюонному катализу dd-синтеза в газах D_2 , H_2+D_2 и HD впервые позволили измерить скорость образования $dd\mu$ -молекул в HD смеси, определить энергию слабосвязанного уровня в этой модели и подтвердить правильность теоретических расчетов.

Большое внимание уделяется в настоящее время исследованию экзотических ядер, находящихся на границе стабильности (нейтронно-избыточных и нейтронно-дефицитных ядер). Исследователей всего мира привлекает явление нейтронного гало в легких нейтронно-избыточных ядрах, когда пара нейтронов находится на значительном удалении от остова, что существенно увеличивает нейтронный радиус ядра. Исследования ядерного гало дает информацию о межнуклонных силах (в частности, о возможности существования трех- и многочастичных сил), а также о возможности мультинейтронных конфигураций. Проводимые в ПИЯФ исследования пространственной структуры экзотических ядер путем упругого рассеяния этих ядер на водородной активной мишени (спектрометр ИКАР) дают уникальную информацию о структуре экзотических ядер (например, явление двухнейтронного гало в ядрах $^{12,14}\text{Be}$).

Исследования нейтронно-дефицитных ядер методом резонансной ионизационной спектроскопии в лазерном ионном источнике на лазерно-

ядерном комплексе УЛИСС и установке ISOLDE (ЦЕРН) была проведена серия экспериментов по исследованию зарядовых радиусов и электромагнитных моментов ядер цепочек около 80 нейтронно-дефицитных радионуклидов и впервые надежно установлено существование асимметричного запаздывающего деления у ядер с малым отношением $N/Z=1.25$ (^{180}Tl). Проводятся и теоретические исследования экзотических нейтронно-избыточных ядер с целью поиска полуостровов и островов нейтронной стабильности (СПБГУ). Предполагается, что при увеличении количества нейтронов указанная стабильность может возникнуть благодаря появлению замкнутых оболочек. В частности, есть указания на стабильности нуклида ^{40}O .

Одной из интереснейших теоретических проблем структуры атомного ядра является описание коллективных возбуждений атомных ядер на основе микроскопического подхода. В частности, за последнее время больших успехов достигли алгебраические модели коллективных мультипольных возбуждений атомных ядер (например, модель взаимодействующих бозонов и её модификации), однако до настоящего времени нет однозначного ответа на вопрос, какова фермионная структура бозонных возбужденных состояний.

2. Изучение горячей ядерной материи.

Активное участие ученые СПБГУ, СПБГПУ и ПИЯФ принимают в исследованиях горячей ядерной материи, формируемой при столкновениях релятивистских ядер и адронов при высоких и сверхвысоких энергиях, на ускорительных установках (в частности, на больших коллайдерах) или с использованием космических лучей. Детальное изучение свойств конечного состояния при таких взаимодействиях (множественности, струи, флейворный состав, угловые распределения и др.) и их зависимости от параметров начального состояния позволяют развить представления о ядрах (и даже отдельных нуклонах) как сгустках новой формы материи -

горячей ядерной жидкости и её поведении при сверхвысоких давлениях и температурах. Представляет интерес процесс фазового перехода от состояния адронного газа к формированию так называемой кварк-глюонной плазмы и выявлению сигналов, свидетельствующих о таком переходе. В рамках этих исследований развиваются методы квантовой статистики для описания горячих ядер.

Наиболее актуальная проблема в этой области – поиск параметров ядерной системы, при которой происходит фазовый переход ядерной материи в состояние кварк-глюонной жидкости (ранее считалось, что это плазма). Изучение свойств этой жидкости важно для понимания развития Вселенной на ранних этапах после Большого Взрыва. Эксперименты по поиску сигналов о таком переходе ставятся на ускорителе RHIC, США (эксперимент PHENIX), также в ЦЕРН, эксперименты NA61/SHINE и ALICE. Кроме того, планируются эксперименты на ускорительных комплексах FAIR, Германия (эксперимент CBM) и NICA, Дубна. Во всех этих экспериментах участвуют и играют важнейшую роль петербургские ученые. Изучаются множественности, струи, флейворный состав, угловые распределения и др. в зависимости от параметров начального состояния. Выясняются свойства кварк-глюонной жидкости при сверхвысоких давлениях и температурах. Развиваются методы квантовой статистики для описания горячих ядер.

3. Исследования ядерных реакций и процессов деления в широком диапазоне энергий и масс.

Эти исследования важны, например, для изучения границ нейтронной стабильности, особенно для нейтронноизбыточных изотопов ядерного топливного цикла, понимания процессов звездной эволюции и нуклеосинтеза. Использование реакций с участием легких и тяжелых ионов является одним из основных путей для получения и изучения нестабильных ядер с малым временем жизни и для успешного анализа

соответствующих экспериментов необходимо четкое понимание механизмов и динамики протекающих реакций.

В настоящее время особый интерес вызывает изучение ядер, лежащих вблизи границ нейтронной и протонной стабильности. Это обусловлено тем, что их свойства важны для понимания процессов первичного нуклеосинтеза. В ПИЯФ для получения и изучения радиоактивных ядер разработан лазерно-масс-спектрометрический комплекс ИРИС, и его дальнейшее развитие – комплекс УЛИСС для селективного получения и лазерно-спектроскопического исследования нейтронно-дефицитных и нейтронно-избыточных ядер, удаленных от полосы бета-стабильности. Аналогичный прибор установлен в ЦЕРН на установке ISOLDE. Предполагается провести измерения зарядовых радиусов, магнитных и квадрупольных моментов бета-активных ядер и выяснить сохранение или нарушение магических чисел в области короткоживущих ядер. Изучение свойств нестабильных ядер будут проводиться также в рамках эксперимента R³V на ускорителе FAIR в Дармштадте, Германия. В частности, будут изучены свойства нейтронно-избыточных ядер в реакциях с легкими и тяжелыми (в том числе нейтронно-избыточными) ионами. Реакции с нестабильными ядрами будут также исследоваться в сотрудничестве с университетом А&М (США), университетом Ювяскюля и др.

4. Применение ядерно-физических методов для решения фундаментальных и прикладных задач в смежных областях.

В настоящее время большое внимание уделяется применению методов ядерной физики в смежных областях науки и техники. В качестве примера использования методов теории атомного ядра приведем использование методов, разработанных учеными СПбГУ и Радиевого института к описанию сверхтекучих свойств атомных ядер, к мезоскопическим системам нано-размеров. Тем самым удалось описать

термодинамические свойства простейших систем (квантовых точек). Причем выявлены условия для появления в таких системах высокотемпературной сверхпроводимости. Другим примером применения методов ядерной физики в прикладных задачах является задача диагностики высокотемпературной плазмы в установках типа ТОКАМАК (ФТИ им. А.Ф.Иоффе). Для диагностики плазмы предложен метод анализа доплеровского уширения линий, который позволяет определять состояние плазмы бесконтактным методом.

Важнейшим прикладным направлением является создание оцененных баз данных радионуклидов. Такая работа проводится в ПИЯФ и Радиевом институте, результаты получили международное признание и включены в международные базы данных. В ПИЯФ широко развиты прикладные ядерно-физические методы. Следует упомянуть об исследованиях молекулярных и атомарных структур с использованием нейтронов. Среди достижений мирового уровня можно отметить разработку нового направления нейтронной оптики – спин-манипуляционной оптики, основанную на квантовых аспектах взаимодействия нейтрона с магнитно-анизотропными слоями и означающей переход от 2D к 3D в поляризационной нейтронной оптике.

Исследование эффектов каналирования элементарных частиц в кристаллах. Изучение дифракции излучений, электронов и нейтронов в кристаллах и разработка кристалл-дифракционных методов исследования. Создание кристалл-дифракционных спектрометров с более высокими характеристиками. Применение ядерно-физических методов в медицине (исследование циклотронных и реакторных методов получения медицинских радионуклидов, развитие методов адронной терапии, медицинской радиографии). Разработка новых методов получения радиофармпрепаратов и новых методов диагностики и лечения заболеваний.

Исследования на реакторе ПИК позволят нейтронными методами изучить кристаллическую структуру материалов, атомную динамику, магнитные явления и фазовые переходы в конденсированных средах, процессы в жидкостях и аморфных веществах, свойства полимеров, поверхностей, атомных кластеров и наноструктур, биологических объектов на молекулярном уровне. Будут решены многие задачи в области материаловедения, экологии и радиационной физики.

5. Исследования проблем ядерной энергетики. Ядерные технологии.

Разработка концепции гибридного жидкосолевого реактора, управляемого ускорителем заряженных частиц. Расчеты и измерения ядерных констант и физико-химических свойств для жидкосолевого реактора, управляемого ускорителем заряженных частиц.

Изучение сходства и различия свойств веществ, выстроенных из элементов разного изотопного состава: исследование особенностей процессов переноса и диссипации энергии электронных возбужденных состояний в смешанных системах, содержащих состояния, подчиняющиеся статистикам Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака; изучение возможных запретов на перенос энергии, обусловленных сверхтонкими взаимодействиями, в средах, содержащих элементы разного изотопного состава. Изучение первичных фотофизических процессов в средах с разным изотопным составом дает возможность проектирования последующих химических процессов, т.е. фотохимических реакций, с целью осуществления макроскопического разделения изотопов.

ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД

В разделе выделены три основные направления исследований:

1. Физика полупроводников и полупроводниковых гетероструктур.

Создание и исследование фотонно-кристаллических структур. В таких системах возможно осуществлять резонансное пропускание световых волн, что актуально для систем передачи информации.

Создание светодиодов. Светодиоды из нитридов элементов V группы покрывают большую часть видимого и ультрафиолетового спектра и являются основным кандидатом в твердотельные источники освещения

Физика экситонов. Оптические явления носят резонансный характер вблизи экситонных линий.

Поглощение, излучение и детектирование излучения инфракрасного диапазона.

Физические явления в углеродных материалах – графене и углеродных нанотрубках.

2. Физика твердотельных наносистем.

Создание нанопроволок и исследование физических явлений в них. Описание условий роста нанопроволок.

Полупроводниковые нанокристаллы. Излучение из нанокристаллов на основе кремния, соединений II и VI групп, других полупроводников.

Полимерные наноструктуры.

Слоистые наноструктуры, в том числе металл-диэлектрические.

3. Магнетизм и спинтроника.

Оптическое переключение намагниченности. Позволяет управлять намагниченностью с помощью коротких поляризованных лазерных импульсов. Возможное применение – магнитные запись и считывание.

Метаматериалы.

Передача и хранение информации. Кубиты, в том числе сверхпроводящие.

Магнитосопротивление.

Коррелированные системы

Магнитный резонанс

Спин-орбитальные эффекты. Позволяют электрически и оптически влиять на магнитные свойства исследуемых систем.

ОПТИКА И ЛАЗЕРНАЯ ФИЗИКА

В данном разделе выделено четырнадцать направлений исследований в области оптики и лазерной физики. Нумерация разделов не является свидетельством большей или меньшей важности какого-либо из направлений.

1. Солнечная энергетика.

Разработка и исследование кремниевых и концентраторных солнечных элементов на основе гетероструктур A^3B^5 . Достижение КПД $>45\%$ концентраторных солнечных элементов и срока службы космических батарей >20 лет на геосинхронных орбитах за счет создания новых типов квантово-размерных гетероструктур с увеличенным (до 4-5) числом p-n переходов и создания гетероструктур со множественными Брегговскими отражателями для повышения КПД и радиационной стойкости космических солнечных элементов. Достижение КПД $> 20\%$ кремниевых солнечных элементов за счет разработки технологий HJT (Heterojunction with Intrinsic Thin Layer).

2. Мощные светодиоды на основе соединений A^3N .

Разработка и исследование высокоэффективных и сверхярких монокристаллических и гибридных белых светодиодов A^3N . Разработка технологий эпитаксиального роста квантовых точек для светодиодов, создание монокристаллических, в том числе безлюминофорных, белых светодиодов и энергоэффективных динамически управляемых светодиодных источников излучения для регулирования спектрально-цветовых и яркостных характеристик освещения с целью оптимизации световой среды для жизнедеятельности человека.

3. Мощные полупроводниковые лазеры и лазерные линейки ближнего ИК диапазона.

Разработка и исследование полупроводниковых лазеров на базе квантоворазмерных гетероструктур с классической конструкцией резонатора Фабри-Перо, излучающих в диапазоне 700-2000нм. Решение прикладных и фундаментальных научно-технических задач и создание лазерных излучателей для широкого спектра применений, в т.ч. для оптической накачки, медицинских приборов и систем специального назначения.

4. Полупроводниковые лазеры видимого и УФ диапазона.

Разработка и исследование полупроводниковых лазеров на основе соединений A^2B^6 и A^3N . Создание полупроводниковых лазеров и лазерных конвертеров на основе соединений A^2B^6 с УФ и электронной накачкой для систем проекционного телевидения, навигации и локации, а также полупроводниковых лазеров на основе соединений A^3N для перспективных систем лазерного освещения, биомедицинских и специальных применений.

5. Светодиоды, лазеры и фотоприемники в средней ИК области спектра.

Разработка и исследование полупроводниковых фотоприемников, светодиодов и лазеров на базе сурьмянистых наногетероструктур для диапазона 1.6-5мкм. Разработка фотонных технологий обработки сигналов для создания энергоэффективных сенсоров и сенсорных систем микроволновой фотоники. Создание перспективных средств экологического мониторинга и спектроскопии газов (метана, двуокиси углерода, окиси углерода и др.). Разработка фундаментальных основ оптоинформатики и оптических принципов измерений с оценкой их предельных возможностей. Разработка одно- и многоэлементных сенсоров в области среднего ИК с рекордными параметрами по чувствительности

(до 10^{-11} смГц^{1/2}/Вт) и быстродействием до 10^{-9} с. Создание малофотонных позиционно-чувствительных сенсоров с рекордным разрешением до 5×10^{-6} от поля зрения.

6. Поверхностно-излучающие лазеры с вертикальным резонатором.

Разработка и исследование лазеров VCSEL (vertical-cavity surface-emitting lasers – англ.) и VECSEL (vertical external cavity surface-emitting lasers – англ.). Развитие научных и технологических основ полупроводниковых микролазеров с активной областью на основе массивов квантовых точек и квантовых ям. Новые данные о физических процессах, протекающих в микроизлучателях, и возможностях целенаправленного управления их свойствами. Создание микролазеров с параметрами, позволяющими использовать их в качестве активных излучателей в системах оптической передачи и обработки информации, реализующих свою функциональность в пределах микрочипа.

7. Полупроводниковые микролазеры.

Разработка конструкции микролазеров и методов формирования активной области на основе полупроводниковых наногетероструктур. Разработка методов управления спектральными характеристиками, модовым составом, направленностью излучения микролазеров. Разработка методов вывода излучения из микролазеров в оптические волноводы. Исследование переходных процессов и быстродействия микролазеров. Повышение температурной стабильности, повышение предельной рабочей температуры, снижение рабочих токов, миниатюризация геометрии лазерных излучателей. Развитие научных и технологических основ полупроводниковых микролазеров с активной областью на основе массивов квантовых точек и квантовых ям. Получение новых данных о физических процессах, протекающих в микроизлучателях, и возможностях целенаправленного управления их свойствами. Создание микролазеров с

параметрами, позволяющими использовать их в качестве активных излучателей в системах оптической передачи и обработки информации, реализующих свою функциональность в пределах микрочипа.

8. Генерация сверхкоротких импульсов при помощи полупроводниковых лазеров.

Изучение динамики полупроводниковых лазеров для получения сверхкоротких оптических импульсов, а также определения причин ограничения мощности при сверхвысоких уровнях токовой накачки в импульсном режиме и поиск путей их преодоления. Изучение динамики излучательной рекомбинации, заполнения состояний и насыщения усиления в полупроводниковых лазерах при сверхвысоких уровнях токовой накачки в импульсном режиме. Создание компактных и эффективных источников коротких лазерных импульсов для перспективных направлений в области обработки материалов и биомедицинских применений, включая генерацию белков теплового шока и лазерные адъюванты вакцин.

9. Твердотельные и газовые лазеры.

Разработка новых конструкций твердотельных и газовых лазеров. Создание новых конструкций твердотельных лазеров с полупроводниковой накачкой и системами управления и коррекции лазерных пучков большой энергии (мощности) для информационных систем и прецизионных технологических применений; газовых лазеров с оптической, в т.ч. солнечной, накачкой, предназначенных для обработки материалов и утилизации солнечной энергии; лазеров безопасного для глаз диапазона с диодной накачкой; нового поколения лазеров на основе параметрической генерации света для прецизионной хирургии; лидаров на основе малогабаритных твердотельных лазеров с диодной накачкой и генерацией гармоник.

10. Коллоидные квантовые точки.

Разработка методов создания коллоидных квантовых точек и приборов на их основе. Создание перспективных светоизлучающих приборов, дисплеев и солнечных элементов на основе коллоидных квантовых точек.

11. Квантово-каскадные лазеры.

Разработка и исследование квантово-каскадных лазеров для среднего инфракрасного и терагерцового диапазонов. Создание компактных и эффективных лазерных источников для систем высокоскоростной беспроводной связи в атмосфере, локации, мониторинга окружающей среды, медицинской диагностики и систем специального назначения.

12. Сверхфокусировка излучения многомодовых полупроводниковых лазеров.

Разработка новых методов фокусировки многомодового лазерного излучения. Развитие т.н. «прямых» применений полупроводниковых лазеров за счет снятия непреодолимых до настоящего времени ограничений на предельно достижимый размер фокусного пятна многомодового луча с высоким параметром распространения M^2 .

13. Метаматериалы, фотонные кристаллы и топологические изоляторы.

Разработка и исследование метаматериалов, фотонных кристаллов и топологических изоляторов для управления потоками электромагнитного излучения. Создание элементной базы нового поколения для оптических средств передачи, обработки и хранения информации, отличающихся высоким (субпикосекундным) быстродействием, долговременной стабильностью характеристик, малым энергопотреблением, повышенной механической устойчивостью.

14. Компактные полупроводниковые излучатели терагерцового диапазона.

Разработка и исследование новых методов генерации терагерцового излучения. Создание новых систем медицинской диагностики, систем безопасности, экологического мониторинга и контроля качества, а также развитие применений терагерцового излучения во многих других областях науки и техники.

ФИЗИКА ПЛАЗМЫ

Область исследований – 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

В области фундаментальных исследований в первую очередь следует поддержать участие России в программе Международного экспериментального токамака-реактора (ИТЭР) – разработка методов нагрева, генерации стационарного тока и диагностики высокотемпературной плазмы. Кроме того, из направлений, по которым проводятся исследования в расположенных в Санкт-Петербурге научных организациях, наиболее актуальными являются следующие:

Разработка альтернативных систем управляемого термоядерного синтеза с магнитным удержанием (сферические токамаки, токамаки с сильным полем, стеллараторы, прямые магнитные ловушки).

Разработка плазменных источников нейтральных атомных пучков с большими энергиями и токами.

Исследование атомных столкновений в газе и плазме, корпускулярная диагностика термоядерной плазмы и исследование взаимодействия горячей плазмы со стенками. Исследование

взаимодействия ионов, электронов и синхротронного излучения с поверхностью.

Разработка высокочувствительных масс-спектрометрических методов анализа.

Разработка нейтронных источников на основе плазменных систем с магнитным удержанием. Разработка перспективных схем гибридных реакторов.

Исследование плазменных процессов в геофизике, в том числе с помощью активных спутниковых экспериментов.

Экспериментальные исследования и теоретическая интерпретация физических процессов вблизи околопланетных плазменных границ.

Исследование атмосферного электричества и разработка методов управления его характеристиками.

Разработка методов диагностики воздействия высокоэнергичных геофизических процессов на ионосферу, исследования влияния высотных электрических разрядов (спрайтов, эльфов) на ионосферу, генерации тепловых структур в запыленной плазме нижней ионосферы, воздействия атмосферной волновой динамики на ионосферу.

Интерпретация наблюдаемых спектральных и временных особенностей излучения космических источников, диагностика физических условий в окрестности компактных объектов, анализ кинетических процессов в плазме релятивистских джетов и ударных волн, построение моделей аккреционных дисков, источников гамма-всплесков, микроквazarов и активных ядер галактик.

Разработка и создание источников плазмы и заряженных частиц с заданными физическими свойствами. Лазерно-плазменные методы генерации ускоренных частиц с рекордными градиентами.

Развитие физических принципов и методов создания импульсной и квазистационарной неравновесной низкотемпературной плазмы разрядов

высокого давления с большим удельным вкладом энергии на единицу массы газа; исследование плазменных микрополей и элементарных процессов в их присутствии, исследование динамики низкотемпературной плазмы в условиях интенсивной эмиссии заряженных частиц из плазмы и транспортировки сильноточных пучков через плазму.

Разработка плазменных технологий для создания новых, в том числе композиционных и наноструктурированных, материалов с заданными физико-химическими свойствами.

Исследование импульсных разрядов в плазме щелочных металлов, вакуумных дуг и относящихся к ним катодных явлений. Физическая плазмогазодинамика и кинетика гомогенных и гетерогенных сред

ГЕОФИЗИКА И РАДИОФИЗИКА

Исследования пространственно-временного распределения постоянного магнитного поля Земли, его вариаций, их физической природы являются фундаментальными и имеют актуальные прикладные аспекты: динамика и структура околоземного пространства (магнитосферы и ионосферы, распространения радиоволн от спутников и навигационных системы GPS-ГЛОНАСС), магнитная навигация и поиск полезных ископаемых, а также выделение полезных сигналов из естественного электромагнитного фона в мировом океане.

1. Геофизические исследования

Одним из основных перспективных направлений геофизических исследований является Генеральная магнитная съемка (ГМС) территорий России.

Для учета региональных и локальных магнитных аномалий необходимо провести Генеральную магнитную съемку территории России и омывающих морей с использованием компонентной наземной, аэро- и

гидромагнитных съёмок, которые должны повторяться через каждые 5-10 лет для локализации аномалий векового хода МПЗ на территории России.

Для учета вариаций внешнего магнитного поля необходимо проводить непрерывные наземные наблюдения геомагнитных вариаций в опорных и мобильных точках на различных полигонах России. Наземная поддержка съемки может быть обеспечена также магнитными обсерваториями стандарта INTERMAGNET в России, а международное сотрудничество по исследованию МПЗ в слабоизученных регионах позволит построить Мировую модель магнитного склонения для целей магнитной навигации на разных уровнях (наземная, морская, воздушная и спутниковая) по всему земному шару.

В теоретическом плане необходимо продолжать исследования по физической природе конвекции и тепломассопереноса, моделированию магнитного поля, эволюции и электропроводности недр Земли, планет и их ближайших спутников. Провести палеомагнитное, аналитическое изотопное тестирование различных гипотез о долговременной эволюции системы ядро-мантия для определения энергетики глобального тепломассопереноса, порождающего мантийную активность и геодинамо. Определить кинематические и нелинейные эффекты геодинамо по экспериментальным данным и палеомагнитным реконструкциям. Оценить основные механизмы генерации МПЗ с позиции гидромагнитного динамо. По данным спутниковых, обсерваторских и исторических наблюдений определить движение геомагнитных полюсов.

Провести оценку электромагнитной, геотермической и плотностной структуры мантии по спутниковым данным на основе алгоритмов решения обратной задачи геомагнитного, геоэлектрического, гравитационного потенциалов и теории магнитной гидродинамики.

Проанализировать трехмерные неоднородности земной коры и мантии по спутниковым данным (CHAMP, Swarm). Исследовать

физическую природу пространственной структуры вековых вариаций главного МПЗ и изменчивости интенсивности их источников с целью выявления общих закономерностей. Провести анализ особенностей пространственно-временной структуры аномального магнитного поля земли и их источников на акватории Мирового океана.

Исследовать электропроводность и гравитационный потенциал литосферы Земли по спутниковым, аэромагнитным, гидромагнитным, наземным геомагнитным и гравитационным данным для анализа зон субдукции, молодого горообразования, активных тектонических процессов в сейсмоактивных зонах и поиска долгоживущих источников термальных вод, а также месторождений углеводородов и полиметаллических руд в земной коре.

Перспективными направлениями по исследованию геоэлектрических характеристик земной коры и верхней мантии являются комплексные зондирования естественными и мощными контролируемыми (от генераторов и радиопередатчиков) электромагнитными полями в широком диапазоне частот от 10^{-6} до 10^5 Гц. К ним относятся известные методы на основе магнитотеллурического зондирования (МТЗ), электромагнитные зондирования с мощными контролируемыми источниками, РМТ-К и новый метод фазово-градиентного зондирования (ФГЗ) в диапазоне частот от 10^{-4} - 10 Гц, который может использоваться с оригинальными алгоритмами для площадных исследований геоэлектрической проводимости земной коры и мантии оптимальным количеством точек наблюдения с большой детальностью в труднодоступных районах (горы, джунгли, пустыни, ледовые поля).

2. Радиофизические исследования

Особенности распространения радиоволн, проблемы дифракции, радиозондирования и активные воздействия на ионизированную среду мощным радиоизлучением и радиотомография являются основными

фундаментальными направлениями радиофизических исследований в околоземном космическом пространстве. Анализ нелинейных процессов, выявление оптимальных условий преобразования энергии пучка в волновую энергию, ее трансформацию в крайне низкочастотную область спектра и радиомаяковая томография находятся в ряду основных задач радиофизических исследований.

Фундаментальные и прикладные исследования, направленные на решение задач излучения и распространения электромагнитных волн в средах, характеризующихся неоднородностью, дисперсией и присутствием стохастической компоненты и излучения движущихся заряженных частиц в этих средах. Последнее актуально при приеме сигналов от навигационных спутниковых систем (GPS, ГЛОНАСС), т.к. необходимо развивать и совершенствовать теоретические методы описания распространения высокочастотных волновых полей в трансферных стохастических радиоканалах в условиях сильных флуктуаций амплитуды поля в неоднородной фоновой плазме в ионосфере с учетом эффективных моделей распределения холодной плазмы при различной магнитной активности внутри плазмосферы, на плазмопаузе и в зонах аврорального и экваториального электроджетов.

Развитие теории излучения и распространения электромагнитных волн в средах со сложными границами и исследования полей в сингулярной зоне излучателя необходимо для определения эффективности низкочастотных излучателей при их размещении вблизи границ естественного или искусственного рельефа.

Апробация в 2016 году предложений по отдельным перспективным направлениям фундаментальных исследований в области физико-математических наук происходила в рамках 66-ой Международной конференции по проблемам ядерной спектроскопии и структуре ядра

«Ядро-2016» (г. Саров, 11-14 октября 2016 года), на которой ученым секретарем Объединенного научного совета по физико-математическим наукам д.ф.-м.н. И.А.Митропольским было представлено 4 доклада на соответствующую тему, и Всероссийской научной конференции «Интеллектуальное Возрождение» (Санкт-Петербург, 25 апреля 2016 г.).

Кроме того, по теме исследования при участии научных сотрудников Санкт-Петербургского научного центра РАН осуществлены следующие публикации:

Жуков А.Е., Цырлин Г.Э., Резник Р.Р., Самсоненко Ю.Б., Хребтов А.И., Калитеевский М.А., Иванов К.А., Крыжановская Н.В., Максимов М.В., Алфёров Ж.И. Многослойные гетероструктуры для квантово-каскадных лазеров терагерцового диапазона // Физика и техника полупроводников. – 2016. – № 5. – С. 674-678;

Хабибуллин Р.А., Щаврук Н.В., Павлов А.Ю., Пономарев Д.С., Томош К.Н., Галиев Р.Р., Мальцев П.П., Жуков А.Е., Цырлин Г.Э., Зубов Ф.И., Алфёров Ж.И. Изготовление терагерцового квантово-каскадного лазера с двойным металлическим волноводом на основе многослойных гетероструктур GaAs/AlGaAs // Физика и техника полупроводников. – 2016. – № 10. – С. 1395-1400;

Volodymyr V. Lysak, Ilya P. Soshnikov, Erkki Lahderanta and George E. Cirlin. Piezoelectric effect in wurtzite GaAs nanowires: Growth, characterization, and electromechanical 3D modeling *physica status solidi (a)* Version of Record online: 29 June 2016.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СФЕРЕ ЭНЕРГЕТИКИ

Из фундаментальных исследований в сфере энергетики, осуществляемых в научных организациях Санкт-Петербурга, наиболее перспективным направлением, соответствующим мировым трендам развития науки, является **разработка физико-химических основ энергетической утилизации органосодержащих и углеродосодержащих отходов.**

Выбор эффективного и привлекательного способа использования природных энергетических ресурсов (угля и метана) и привлечение энергетического потенциала возобновляемых ресурсов (энергетического потенциала биогаза полигонов ТБО), а также правильный выбор технологии извлечения энергетической составляющей топлива и систем преобразования с получением электроэнергии с рекуперацией тепла без привлечения дополнительного ресурса извне, позволит повысить показатели энергоемкости и оптимизировать контроль за состоянием систем энергопроизводства в соответствии с экологическими аспектами.

Природный газ (CH_4) является в настоящее время основным энергетическим ресурсом в глобальном смысле и наиболее дешевым источником для получения водорода. На втором месте – водород, получаемый из биогаза сельскохозяйственных отходов, который в 1,4-1,7 раза дешевле электролизного водорода, а также водорода, получаемого с использованием гидравлической и ветровой энергии, и более, чем в 10 раз дешевле водорода, получаемого с использованием электроэнергии от фотоэлектрических установок. Задача активного привлечения возобновляемых энергоресурсов, становится актуальной уже в настоящий момент.

Использование энергетического потенциала отходов в задачах энергетики с использованием водородных технологий позволит обеспечить местных потребителей относительно дешевым энергоресурсом и попутно решить задачи охраны окружающей среды. Особенно это актуально для России, где образуется значительный объем отходов, основная часть которых остается в местах их образования. Данные о стоимости производства водорода из биогаза на ближайшую перспективу указывают на то, что комплексные энергетические технологии с использованием вторичных источников для получения водорода являются наиболее привлекательными. Биомасса является важнейшим искусственно возобновляемым энергетическим ресурсом ввиду значительного потенциала, доступности, эффективности преобразования в тепловую и электрическую энергию. Использование для этих целей топливных элементов, осуществляющих прямое преобразование энергии подаваемого топлива в электрическую энергию, является перспективным направлением для решения такого рода задач. Как правило, мелкие населенные пункты, индивидуальные хозяйства отдаленных регионов во всем мире испытывают затруднения с энергоснабжением, вследствие их удаленности от производителей электроэнергии, месторождений, сложности поставок топлива и его дороговизны. В то же время эти регионы, как правило, обладают значительным потенциалом биомассы, являющимся возобновляемым, доступным и относительно недорогим энергоресурсом, из которого можно получить качественное топливо для производства электрической и тепловой энергии.

В настоящее время основная часть водорода в мире производится из природного газа. Однако из-за ожидаемого дефицита и увеличения стоимости природного газа уже сейчас ставится задача получения водорода с использованием возобновляемых энергоресурсов – ветровой,

солнечной и гидравлической энергии, а также из биомассы термохимическими и биоэнергетическими методами.

Особый интерес представляет получение водорода для низкотемпературных топливных элементов, так как они в наибольшей степени подходят для автономных потребителей в широком диапазоне нагрузок от сотен ватт до нескольких десятков киловатт. Их эффективность во многом определяется чистотой и стоимостью водорода. За рубежом проводятся работы по получению водорода из биогазов и его использования в электроснабжении мелких потребителей. Выявлены недостатки установок – низкое содержание водорода в реформате (70-80% об.) и наличие в нем вредных примесей. Это требует применения дорогостоящих и сложных в эксплуатации систем для его очистки, что приводит к увеличению энергоемкости процесса и снижению эффективности. Поэтому крайне актуальной является разработка технологий получения из биогазов относительно дешевого, достаточно «чистого» водорода и способов его прямого использования в низкотемпературных водородных топливных элементах.

Вопросам энергетического использования биогазов посвящен ряд исследований в России и за рубежом. В основном рассматриваются вопросы технологий и разработок, связанных с получением и полезным использованием метана со свалок твердых биологических отходов в качестве возобновляемого источника энергии. Одним из инновационных направлений энергетики отходов является получение из свалочного метана энергетически более ценного топлива – водорода. Этому направлению посвящено сравнительно немного работ отечественных и зарубежных ученых. В частности, при выполнении ФЦП по теме «Разработка и создание инновационных энергетических технологий переработки и утилизации техногенных образований и отходов на полигонах» был создан экспериментальный комплекс для производства водорода из

углеродсодержащих отходов для применения в топливных элементах. Проведенные исследования подтвердили возможность прямой подачи полученного из биогаза реформата с высоким содержанием водорода (98% об.) в топливный элемент. Это позволяет снизить затраты на получение электрической энергии, так как появляется возможность отказаться от дорогостоящих систем очистки реформата от остаточного метана. Вместе с тем экспериментально установлена необходимость сброса части высококачественного топлива из-за экранирующего эффекта метановой компоненты в топливном элементе, что снижает эффективность энергетического процесса. Создание тандемной системы, включающей низкотемпературную и высокотемпературную части с замкнутым энергетическим циклом и регенерацией тепла для получения электрической и тепловой компоненты, позволит повысить коэффициент использования топлива в целом, и сбросное топливо из низкотемпературного топливного элемента перерабатывать в высокотемпературной части. Подобные системы требуют изучения, оптимизации параметров процессов использования топлива в тандемной установке, отработки вариантов технологических решений, создания когенерационных установок для производства электрической и тепловой энергии. При успешном решении поставленной задачи предлагаемая технология может быть использована для создания систем автономного энергообеспечения на базе топливных элементов, потребляющих водородсодержащее топливо с высоким коэффициентом его использования.

Низкое содержание остаточного метана открывает возможность прямого использования реформата в топливном элементе, что позволит отказаться от дорогостоящих технологий его очистки. Соответственно, возникает задача использования потенциала вторичного ресурса высококачественного топлива. Наличие остаточного содержания метана в

реформате предполагает организацию в системе использования конверторного топлива стадии дорогостоящей очистки водорода от метана. Вопрос о влиянии остаточных количеств метана в водородсодержащей смеси при ее использовании в твердополимерном топливном элементе представляется малоизученным. Известно, что метан не окисляется на аноде низкотемпературного топливного элемента по термодинамическому запрету, однако, присутствие CH_4 в газовой водородсодержащей смеси может создать эффект экранирования каталитической поверхности мембраны топливного элемента, следовательно, замедлить стадию массопереноса молекул H_2 и затруднить кинетику окисления водорода. Анализ публикаций по данному вопросу показал отсутствие необходимых данных об экспериментальных исследованиях, касающихся влияния остаточных количеств метана на состояние поверхности твердополимерной мембраны, эффективную площадь поверхности платинового катализатора, вольт-амперные характеристики топливной ячейки, индикаторы мощности при циклировании и в стационарных условиях.

Проведенные исследования режимов работы энергетической установки на водородсодержащем топливе с остаточным содержанием метана (2% об.), позволяют констатировать стабильную работу на таком нестандартном топливе и могут быть положены в основу дальнейших экспериментов по оценке эффективности подобных систем.

В процессе исследований выявлено, что часть водородсодержащего топлива необходимо сбрасывать для обеспечения работоспособности низкотемпературного узла. Соответственно, возникает задача использования потенциала вторичного ресурса высококачественного топлива. Для ее решения предлагается создание тандемной установки, состоящей из низкотемпературной части и высокотемпературной части с

замкнутым топливным циклом и регенерацией тепла для получения электрической и тепловой компоненты.

Краткое обоснование теоретической новизны.

Анализ технологий производства водорода показывает, что водород, получаемый из биогаза сельскохозяйственных отходов, оказывается в 1,4-1,7 раза дешевле электролизного водорода, а также водорода, получаемого с использованием гидравлической и ветровой энергии, и более чем в 10 раз дешевле водорода, получаемого с использованием электроэнергии от фотоэлектрических установок.

В перспективе следует ожидать удорожания природного газа, вследствие чего производство водорода из биогазов станет примерно в 2 раза дешевле, чем из природного газа. Стоимость водорода из биогаза будет сопоставима со стоимостью электролизного водорода, полученного с помощью электрической энергии, гидравлических и ветровых электростанций, и в 4,5 раза дешевле водорода, полученного с использованием фотоэлектрических установок. Таким образом, целесообразность получения водорода из биогазов с последующим его использованием для производства электрической энергии совершенно очевидна.

Биогазовые технологии находят все более широкое применение в местной энергетике, так как являются относительно простыми, недорогими и эффективными способами энергетической утилизации органосодержащих отходов.

Актуальной задачей является создание эффективных технологий очистки биогазов с целью получения газа с содержанием метана (95% об. и выше) в зависимости от требований потребителя. При решении задачи очистки биогаза открывается перспектива получения из него водорода, основным сырьем для производства которого в настоящее время является

природный газ. Получать биогаз можно повсеместно, так как органосодержащие отходы постоянно образуются в процессе хозяйственной деятельности человека, между тем ресурсы природного газа ограничены, а его использование лимитируется. Технологии получения водорода из отходов являются дорогостоящими, поэтому возникает задача снижения затрат, используя имеющийся технологический задел по ключевым звеньям получения водорода из биогазов.

Научная новизна предлагаемых решений состоит в разработке принципов функционирования самодостаточной энергетической тандемной системы с рекуперацией тепла и внутренней утилизацией выходных потоков, не требующей дополнительной энергии для работы отдельных подсистем, с экологически чистым способом получения электрической и тепловой энергии, а также в обеспечении оптимального управления сопряженными нагрузками с привлечением возможностей искусственных нейронных сетей и регулированием энергетической эффективности на основе надежных и объективных результатов оценки параметров оптимизации системы.

Обоснование предлагаемого решения задачи.

Полигоны твердых бытовых отходов являются крупными источниками антропогенных выбросов метана, сильного парникового газа и ценного топлива. В настоящее время мировым сообществом поставлена задача снижения выбросов парниковых газов. Энергетическое использование свалочного метана позволяет экономить дорогостоящее органическое топливо, при этом выбросы парниковых газов с полигона ТБО в CO_2 -эквиваленте снижаются более чем в 30 раз. Для оценки возможностей использования свалочного метана с конкретного полигона и проектирования энергетической установки необходимо корректно определить биогазовый потенциал техногенного объекта, что требует проведения натурных экспериментов. Для условий российских полигонов

можно рекомендовать оценку интенсивности эмиссии биогаза производить с использованием газоуловителя в виде специального бокса (flux box). Реализации данного метода требует постоянного участия специалистов в проведении соответствующих измерений в течение относительно длительного времени, которое в зависимости от интенсивности газовой эмиссии в месте отбора проб может составлять от нескольких десятков минут до нескольких часов. В течение этого периода возможно негативное влияние содержащихся в биогазе вредных примесей на здоровье людей. Возникает задача сокращения до минимума пребывания людей в зоне установки бокса, которая может быть решена путем создания автоматизированного комплекса с дистанционным управлением для измерения газовых эмиссий. За рубежом проводятся работы по созданию опытных образцы самоходных мобильных «роботов» для мониторинга газовых эмиссий, позволяющих осуществлять требуемые повторяющиеся процедуры измерений с гораздо более плотной пространственно-временной детализацией по сравнению с ручными измерениями. Состояние многих российских полигонов не позволяет полноценно использовать подобные системы, поэтому предлагается схема автоматизированного модуля для оценки эмиссий метана на техногенных объектах с целью энергетического использования. Предлагается оснащение модуля высокоточным газоанализатором метана, датчиками давления и температуры, скорости ветра и др., программируемым устройством управления с возможностью дистанционного контроля. Транспортировка и установка модуля на точку контроля будет осуществляться специалистом, что позволит устанавливать его в труднодоступных местах и получать необходимые данные, сводя к минимуму нахождение человека в опасной зоне.

В результате будут получены достоверные данные, позволяющие максимально точно определять энергетический потенциал участков полигонов ТБО и обосновывать пути и возможность его использования.

Разрабатываемый автоматизированный модуль и методики оценки энергетического потенциала полигонов ТБО могут найти широкое использование для зонирования эмиссии метана с различных техногенных объектов.

Разрабатываемая тандемная система, в составе специально подготавливаемого лабораторного комплекса, с замкнутым энергетическим циклом и регенерацией тепла для получения электрической и тепловой энергии позволит внедрить в производство автономные энергетические когенерационные установки широкого применения для производства электрической и тепловой энергии.

Макет системы автономного энергообеспечения на базе топливных элементов, потребляющих водородосодержащее топливо с высоким коэффициентом его использования будет апробирован в коттеджном домостроении.

Основные этапы работы и планируемые результаты. Содержание намеченной на предстоящий год работы.

Этап 1. (2017 год). Разработка автоматизированного модуля для оценки эмиссий метана на техногенных объектах с целью энергетического использования.

Этап 2. (2018 год). Создание тандемной системы, включающей низкотемпературную и высокотемпературную части с замкнутым энергетическим циклом и регенерацией тепла для получения электрической и тепловой компоненты.

Этап 3. (2019 год). Изучение и оптимизация параметров процессов использования топлива в тандемной установке, отработки вариантов

технологических решений, создания когенерационных установок для производства электрической и тепловой энергии.

Этап 4. (2020 год). Создание макета системы автономного энергообеспечения на базе топливных элементов, потребляющих водородосодержащее топливо с высоким коэффициентом его использования.

Этап 5. (2021 год). Обеспечение методологического сопровождения научных исследований, постановка задачи по типам рассматриваемого топлива, режимам электрохимических и кинетических экспериментальных исследований, термодинамическим расчетам, подбору и обоснованию позиций рассматриваемых тандемных систем.

Этап 6. (2022 год). Создание лабораторного комплекса эффективного получения электрической и тепловой составляющей в тандемных системах на основе топливных элементов. Рассмотрение и обоснование необходимых элементов задач моделирования с применением современных вычислительных программ, обеспечивающих пошаговую регистрацию основных параметров состояния газовых потоков по позициям распределения и окисления компонентов топлива и эффективности функционирования отдельных позиций и тандемной системы в целом.

Этап 7. (2023 год). Подготовка модульных варьируемых режимов управления оптимальным контролем, оценка достаточности необходимых параметров сопряженных процессов для оценки эффективности использования топлива.

Этап 8. (2024 год). Обоснование режимов получения и аккумулирования энергетического ресурса по возобновляемым источникам энергии. Обоснование режимов получения стабильного реформата при конверсии угля и метана.

Этап 9. (2025 год). Оценка затрат эндотермического предварительного риформинга по отношению к высокотемпературным экзотермическим выходным потокам топливного элемента по водяному пару и диоксиду углерода позволит определить термодинамическую и теплофизическую целесообразность использования H_2O и CO_2 в процессах конверсии и создания более равномерного градиента температур при регенерации тепла с использованием как прямой теплопередачи, так и с помощью теплоносителя с обеспечением подогрева входных потоков процесса конверсии.

Этап 10. (2026 год). Оценка тепловой и /или электрической составляющей КПД по стадиям полезной работы с учетом подводимого тепла на основе теплового баланса эффективного функционирования каждой стадии в условиях необходимого электрохимического, химического и термодинамического равновесия. Оценка необходимых энергетических затрат по входным потокам каждой отдельно взятой позиции для стабильного функционирования в заданном температурном режиме согласно термодинамической возможности и с учетом термодинамического запрета конкретного процесса.

Этап 11. (2027 год). Оценка энергетического потенциала выходных потоков в координации с достаточным температурным градиентом с целью обеспечения полной рекуперации тепла по внутреннему и внешнему контуру. Модельная оценка высокотемпературных и низкотемпературных контуров и составляющих этих подсистем для создания алгоритма и инверсионной модели технологии на основе нейро-нечеткой теории и соответствия программной платформы каждой подсистемы возможным условиям достижения эффективного функционирования.

Этап 12. (2028 год). Создание переменных контуров низкотемпературного и высокотемпературного окисления с учетом

состояния топлива и процессов в составляющих позициях тандемной системы.

Этап 13. (2029 год). Расчет баланса тепловых и материальных потоков по варьируемым позициям контуров с учетом обеспечения самодостаточного теплового баланса по высокотемпературной и низкотемпературной части за счет внутреннего энергетического ресурса системы. Оценка эффективности вариантов тандемных систем в целом по электрическим и тепловым показателям эффективности и с учетом количества низкотемпературного неконвертируемого тепла.

Этап 14. (2030 год). Интеграция всех подсистем контуров тандема, подтверждение оптимальных параметров и интерпретация контроля обратной задачи по управлению тандемной системой. Разработка научной концепции инновационной конфигурации тандема FC-IGCC на основе топливных элементов с включением парогазовой установки с внутренней циклической газификацией (IGCC - integrated gasification combined cycle) на моделируемой платформе Anfis с низким уровнем выбросов.

На этапе текущего 2017 года будут выполнены:

- сравнительный анализ существующих методов измерения потоков метана и обоснование целесообразного использования камерного метода как предпочтительного для техногенных объектов.

- разработка методики оценки потоков метана камерным методом для условий полигонов твердых бытовых отходов (ТБО).

- подбор газоанализаторов метана для измерения низких концентраций.

- разработка и изготовление элементов аппаратуры и программного обеспечения для измерения потоков метана в ручном и автоматическом режимах.

- апробация автоматизированного модуля тандемной системы в натуральных условиях на полигоне ТБО, доработка узлов с учетом возможных эксплуатационных ситуаций.

- оценка биогазового потенциала полигона ТБО на основе натуральных измерений для его энергетического использования.

Практическая значимость планируемых результатов, возможные области применения.

В ходе реализации проекта будет предложена научно-обоснованная концепция моделирования энергетических систем преобразования топлива с получением электрической и тепловой энергии, базирующаяся на теплофизических и термодинамических принципах создания энергетически самодостаточных модулей с оптимальным управлением нагрузкой и контролем общих и переходных параметров, определяющих движение энергетических и материальных потоков.

Результаты исследований, проведенных в создаваемом лабораторном комплексе, могут быть использованы для обоснования параметров автономной энергосистемы на базе топливных элементов для энергоснабжения индивидуального дома, использующей в качестве основного источника энергии водород, получаемый из биогазов углеродосодержащих отходов.

Апробация в 2016 году предложений по перспективным направлениям фундаментальных исследований в сфере энергетики происходила в рамках совместного заседания секции «Энергетика» Научно-технического совета при правительстве Санкт-Петербурга и Объединенного научного совета по проблемам энергетики СПбНЦ РАН (Санкт-Петербург, 16 ноября 2016 г.).

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ МЕХАНИКИ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ И ПРОЧНОСТИ

В разделе представлены предложения, подготовленные по результатам аналитических работ, проведенных на платформе Объединенного научного Совета по проблемам механики, материаловедения и прочности при Санкт-Петербургском научном центре РАН (с привлечением высококвалифицированных экспертов – членов Совета) в комплексной междисциплинарной области, охватывающей проблемы материаловедения, механики, прочности, по актуальным междисциплинарным направлениям, лежащим в русле мировых тенденций и имеющим развитый научный и научно-технический потенциал в петербургских учреждениях науки, таким как, конструкционная прочность и механика разрушения; экстремальные состояния материалов и конструкций, структурные превращения в сплошных средах; композиционные материалы, включая наноматериалы, и покрытия; аналитическое и компьютерное моделирование для описания и прогнозирования механических и физико-химических свойств новых материалов. Работы проводились с целью формирования предложений – Основных мероприятий по развитию фундаментальных исследований в Санкт-Петербургских учреждениях науки в этой междисциплинарной области на среднесрочный период (до 2030 года). Решение научных задач в области создания и использования новых материалов является весьма актуальной комплексной задачей, решаемой как в мировых научных центрах, так и в целом ряде научных учреждений Петербурга, таких как ГНЦ РФ, академические институты, вузы, НИИ. Исследования, проводимые в них в области создания и применения новых конструкционных и функциональных материалов, включая

наноматериалы, по ряду позиций соответствуют мировому уровню и даже превосходят его. На базе основных научных дисциплин - математики, физики, химии, машиноведения и науки о материалах в Петербурге развиты междисциплинарные исследования и разработки, обеспечивающие получение новых фундаментальных знаний в области конструкционной прочности, прикладной механики и наноструктурированных материалов. Междисциплинарный подход способствует успешному решению весьма сложных научно-технических задач, в том числе, обеспечению надежности ответственных конструкций в экстремальных условиях, позволяя решать актуальные проблемы в области безопасности атомной энергетики, надежности ответственных конструкций, создания наукоемких производств и др.

В результате проведенных работ сформированы три Основные мероприятия, включающих конкретные мероприятия-проекты и этапы выполнения предлагаемых НИР.

Основное мероприятие **«Конструкционная прочность и механика разрушения»**.

Современные подходы к прогнозированию расчетных характеристик конструкционных материалов базируются на формулировках локальных критериев разрушения материала на основе физических механизмов разрушения, на моделировании процессов деформирования и разрушения на нано-, мезо- и макроуровнях, на связи физических механизмов повреждения, таких как зарождение и рост микронесплошностей, со структурными параметрами материала. Решению поставленных задач посвящены два следующие мероприятия:

Междисциплинарные исследования в области физики прочности и механики разрушения конструкционных материалов, формулировка на их основе критериев прочности и работоспособности элементов атомных реакторов различного типа, работающих в экстремальных условиях

воздействия тепловых и нейтронных полей; жесткого электромагнитного излучения и агрессивных сред.

В рамках данного комплексного проекта предлагаются пять взаимоувязанных научно-исследовательских тем (этапов), включающие теоретические, расчетные и экспериментальные работы, направленные на разработку методов прогнозирования прочности и долговечности конструкционных материалов с разным уровнем структурной дисперсности и гомогенности, включая структурно-гетерогенные материалы с ультрадисперсной и наноструктурой, для усовершенствования методов расчета целостности, работоспособности и ресурса изготовленных из них элементов конструкций с экстремальными температурно-силовыми условиями эксплуатации и интенсивным радиационным воздействием. По уровню исследований в данной области Россия входит в число мировых лидеров. Научное значение проектов состоит в развитии моделей хрупкого разрушения, вязкого стабильного и нестабильного разрушения и разрушения при ползучести с учетом радиационных повреждений, а также в разработке методов и подходов к анализу поведения трещин в твердом теле. К наиболее существенным практическим результатам следует отнести развитие современных технологий в области обеспечения безопасности элементов атомных энергетических установок, конструкций арктического исполнения и оборудования для производства и транспортировки сжиженных газов и др., что обеспечит снижение риска техногенных катастроф.

Разработка инновационных принципов создания конструкционных материалов с заданными свойствами с учетом механизмов их повреждения и деградации при сверхвысоких дозах облучения для внутрикорпусных устройств (ВКУ) и оболочек твэлов перспективных реакторов на тепловых и быстрых нейтронах с водяным, жидкометаллическим и газовым теплоносителями.

В рамках данного проекта предлагается 3 научно-исследовательских этапа, которые сопряжены с исследованиями по первому мероприятию и базируются на их результатах.

Научное значение проектов состоит:

- в развитии моделей влияния основных легирующих и примесных химических элементов на процессы и механизмы радиационного охрупчивания и механизмы деградации конструкционных материалов разного класса;

- в разработке моделей взаимосвязи структурных параметров (на нано-, микро- и мезо- уровнях) конструкционных материалов и их механических характеристик;

- в формулировке критериев нарушения целостности и разработке методов расчета ресурса тонкостенных оболочек с учетом деградации материалов при нейтронном облучении;

- в развитии моделей и критериев разрушения перспективных материалов с учетом их деградации в результате нейтронного облучения и повышенных температур.

Результаты исследований могут быть использованы также при создании наноматериалов с заранее заданными специальными свойствами, определяющими их сопротивляемость отдельным видам разрушения, таких как, материалы высокой хладостойкости арктических шельфовых конструкций и глубоководных конструкций для освоения углеводородных месторождений шельфа России, криогенные материалы для производства и транспортировки сжиженных газов и другие.

Как научные, так и прикладные результаты предлагаемых проектов будут в значительной степени уникальными, поскольку многие вопросы, которые планируется рассмотреть в проектах, в настоящее время либо не изучены, либо изучены недостаточно, либо не реализованы в плане

практического выхода. По уровню исследований в данной области Россия входит в число мировых лидеров.

Основное мероприятие «Экстремальные состояния материалов и конструкций. Разрушение и структурные превращения в сплошных средах».

Создание экспериментально-аналитического аппарата прогнозирования поведения твердых тел в условиях высокоскоростной деформации обеспечивает качественно новые возможности при фундаментальных и прикладных исследованиях в экспериментальной механике и физике твердого тела, конструировании новых объектов авиационной, космической и военной техники, теплоэнергетике, машиностроении, при разработке технологий получения новых конструкционных материалов с заданными физико-механическими свойствами.

Ведущими научными школами в области динамической прочности и экстремальных состояний сплошных сред в Петербурге являются: НИЦ «Динамика» СПбГУ, СПбПУ Петра Великого, отделение физики твердого тела ФТИ им. А.Ф.Иоффе РАН, отдел экстремальных состояний материалов и конструкций ИПМаш РАН. Проводимые в российских научных школах теоретические исследования опережают аналогичные разработки зарубежных ученых в области механики быстрого разрушения твердых тел и согласуются с экспериментальными данными исследований, проводимых в ведущих российских и международных центрах.

В рамках данного приоритетного направления предлагается комплексный междисциплинарный научно-исследовательский проект *«Динамика структурных превращений в сплошных средах при экстремальных воздействиях техногенного и природного характера».*

В результате проведения многоэтапного комплекса работ по исследованию процессов разрушения, деформирования, структурных

переходов в сплошных средах, вызванных высокоскоростным интенсивным динамическим воздействием; образования новых структур и материалов в результате действия ударных динамических нагрузок; цепных автокаталитических реакции, протекающих в малый промежуток времени (процессы горения, тепловой взрыв и т.д.) будут созданы фундаментальные основы, методические принципы и практические методики, нормативная и испытательная база для надежного прогнозирования поведения сплошных сред и конструкционных материалов при экстремальных динамических воздействиях. Научные, и прикладные результаты предлагаемых мероприятий (тем) являются в значительной степени уникальными, поскольку многие вопросы, которые планируется рассмотреть в проектах, в настоящее время либо изучены недостаточно, либо не имеют практического выхода.

Основное мероприятие **«Композиционные наноматериалы и покрытия»**.

Основная тенденция развития физики, химии и механики твердого тела – в направлении возрастающей сложности синтезируемых структур. Существенная роль в создании указанных материалов отводится нанотехнологиям. Наноконпозиты представляют собой совершенно уникальные структуры, с материаловедческой точки зрения, позволяющие реализовать композиции, невозможные с точки зрения обычных представлений. В последние годы наблюдается повышенный интерес в мире к использованию наноконпозитных материалов в различных областях, начиная от ракетно-космической техники и заканчивая медициной.

В Петербурге в целом ряде организаций, таких как ЦНИИ КМ «Прометей», СПбПУ Петра Великого, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», СПбГТИ (ТУ), СПбГУ и других развернут широкий фронт работ в области создания и использования наноконпозитов. Проводятся исследования по

инжинирингу поверхности, включающие целый ряд нанокompозитов для покрытий, что позволит достичь качественно нового уровня свойств по вибродемпфированию, экранированию от электромагнитных излучений, защите от коррозии и износа в различных средах и др. В настоящее время ведутся интенсивные исследования и разработки в области создания интеллектуальных композиционных материалов (метаматериалы, адаптивные материалы, сенсорные материалы и др.). Эффективная реализация этих путей развития требует проведения целого комплекса фундаментальных исследований и разработок, что и предлагается в рамках данного приоритетного направления (основного мероприятия) в виде семи взаимоувязанных проектов:

Создание научных основ и разработка основ инновационной технологии получения композиционных порошковых материалов на основе управляемого механохимического синтеза и самораспространяющегося высокотемпературного синтеза для аддитивных технологий.

На основании результатов фундаментальных исследований и изучения механизма взаимодействия матричного пластичного дисперсионного материала с высокотвердыми наноразмерными частицами при высокоскоростном ударно-волновом воздействии будут разработаны основы инновационной технологии получения композиционных порошковых материалов для аддитивных технологий, что составит конкуренцию уже имеющимся зарубежным производителям материалов по традиционной технологии (распыление расплава). На данный момент наблюдается дефицит производства исходных материалов для аддитивных технологий в России.

Разработка физико-химических основ и высокоэффективных методов получения наноструктурированных композиционных функционально-градиентных покрытий с рекордно высокими

механическими, термическими, адаптивными и коррозионными свойствами для работы в экстремальных условиях.

На основании комплекса фундаментальных исследований и установления общих закономерностей формирования композиционных ФГП с управляемым комплексом свойств, изучения процессов физико-химического взаимодействия дисперсных материалов системы «металл-неметалл» в высокотемпературном потоке при формировании ФГП с аномально высоким комплексом свойств, планируется разработка основ их получения для перспективных изделий прецизионного машиностроения, энергетики, транспортной, строительной, сельскохозяйственной техники и другой продукции.

Изучение принципов создания метаматериалов на базе композиционных периодических (квазипериодических) структур, эффективно взаимодействующих с электромагнитным излучением широкого диапазона частот.

Поставленные задачи преимущественно имеют фундаментальный характер, вместе с тем их решение является ключевым для получения важных прикладных результатов, позволяющих осуществить разработку новой наукоемкой продукции для широкого спектра гражданских и военных применений, а именно, метаповерхностей для формирования заданного фазового фронта электромагнитной волны для использования в качестве отражательных элементов и для фокусировки электромагнитного излучения.

Разработка нового класса температуростойких полимерных композиционных материалов на основе наномодифицированных термопластичных матриц и полифункциональных покрытий для защитных экранов спецтехники от воздействия электромагнитного излучения. Разработка физико-химических основ создания

антиобледенительных и радиационностойких покрытий для образцов новой техники (органосиликатные и реакционно связанные покрытия).

Разрабатываемый кластер научных основ технологических процессов предназначен для создания производства новых многофункциональных температуроустойчивых полимерных композиционных материалов и органосиликатных покрытий специального (антиобледенительного и радиационностойкого, дезактивируемого и электроизоляционного) назначения с улучшенным комплексом свойств для использования при создании изделий машиностроительного и ВПК комплекса.

Биоразлагаемые полимерные материалы для медицины.

Данная работа приведет к расширению ассортимента исходных полимерных биodeградируемых материалов для регенеративной медицины, созданию новейших перевязочных средств, комплексно воздействующих и ускоряющих процесс заживления. Это создаст задел для разработок в области абсорбирующих изделий медицинского назначения.

Биосовместимые нанокompозиты для замены костной ткани.

Будут созданы научные основы новых биосовместимых материалов для замены поврежденных или отсутствующих фрагментов скелета, а также направленной регенерации костной ткани в ортопедии и черепно-челюстно-лицевой хирургии у нас в стране. В настоящее время исследования по биосовместимым нанокompозитам развиваются в мире наиболее динамично и перспективны для применения в области биомедицинского материаловедения.

Материалы с улучшенными функциональными характеристиками: свойства, применение, перспективы.

Будут разработаны новые теоретические методы моделирования нано-композитных материалов и других функциональных материалов с

улучшенными свойствами (сплавов с памятью формы различных составов, керамических и пр.); созданы рабочие модели, позволяющие прогнозировать эффективные свойства перспективных материалов в зависимости от их структуры и состава и давать рекомендации для получения материала с заданными свойствами, разработаны научные основы получения новых материалов. Одним из центральных направлений проекта является создание новых численных схем расчета, позволяющих надежно предсказывать разрушение и фазовые превращения в сплошной среде под воздействием экстремальных нестационарных термомеханических воздействий. Результаты исследований внесут значительный вклад в научные разработки экспериментального и теоретического предсказания динамической прочности материалов, в частности для прогнозирования механического поведения элементов и устройств космического назначения.

Апробация в 2016 году предложений по отдельным перспективным направлениям фундаментальных исследований в области материаловедения, механики, прочности происходила в рамках X Международной конференции «Механизмы каталитических реакций» (г.Светлогорск, 2-6 октября 2016 г.), V Мемориального семинара профессора Б.Е. Гельфанда (Санкт-Петербург, 4-6 октября 2016 г.), XII Международной научно-практической конференции «Комплексная безопасность и физическая защита» (Санкт-Петербург, 5-7 октября 2016 г.), научного семинара «Способы ослабления взрывных ударных волн» (Санкт-Петербург, 17 октября 2016 г.). Кроме того, по теме исследования председателем и Объединенного научного совета по проблемам механики, материаловедения и прочности академиком Н.Ф. Морозовым и ученым секретарем этого совета к.х.н. Т.Ф. Пименовой опубликована статья Pimenova T.F., Morozov N.F. Grants in the Field of Catalysis at Scientific

Institutions of St. Petersburg // Abstracts of the X International Conference on Mechanisms of Catalytic Reactions (MCR-X). Svetlogorsk, Russia, Oct. 2-6, 2016, p.227. [Electronic resource]: Book of abstracts/ ed.:prof. V.I. Bukhtiyarov, Novosibirsk: BIC, 2016. P.328. ISBN 978-5-906376-15-2.ГPH 032 160 3889.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ХИМИЧЕСКИХ НАУК

В современном обществе ни одна из отраслей промышленности не обходится без разработок новых материалов и химических технологий. Предприятия химического комплекса являются поставщиками сырья, полупродуктов, различных материалов (пластмассы, химические волокна, шины, лаки и краски, красители, минеральные удобрения, лекарства, композиты, стекло и т.д.) для всех отраслей, и способны оказывать существенное воздействие на масштабы, направления и эффективность их развития. Современная химическая наука вышла на принципиально новый уровень разработок новейших материалов и технологий, без которых невозможно развитие практически любой сферы деятельности человека, однако в «Стратегии развития химического и нефтехимического комплекса на период до 2030 года» отмечено отставание развития внутреннего рынка продукции химического комплекса России в сравнении с мировыми лидерами.

Основная проблема современного российского химического комплекса – это разрыв между развитием химической промышленности и развитием химической науки, который в перспективе может достигнуть критического размера.

Главной причиной такого положения дел является ситуация последних 15-17 лет, когда основным тормозящим фактором развития химической отрасли стало несоответствие структуры производства российского химического комплекса современным тенденциям химической промышленности развитых стран, а именно низкая степень переработки первичного сырья и устаревшее оборудование химических производств.

Тем не менее, при всей сложности ситуации в химической промышленности, имеются все предпосылки и возможности, необходимые для создания развитой химической промышленности, среди которых:

- значительные энергосырьевые, водные и иные природные ресурсы, на которых базируется развитие химической промышленности;
- наличие емкого быстрорастущего внутреннего рынка, с потенциалом импортозамещения;
- наличие в отрасли достаточно мощного производственного и научно-технического потенциала.

В то же время, исследования российских ученых, проводимые по приоритетным направлениям в области неорганической и органической химии, науке о стекле, разработке наноматериалов различного применения, разработке энергосберегающих технологий и материалов (альтернативная энергетика), фармакологии и т.д., соответствуют мировому уровню, а по некоторым позициям – превосходят его.

Масштабные работы проводятся в сфере фундаментальных исследований и прикладных приложений разработки и производства **стеклообразных функциональных материалов** самого различного применения:

- новые материалы для интегральной и волоконной оптики, лазерной техники и электроники;
- сцинтиллирующие стекла для обеспечения национального и глобального радиационного мониторинга;
- биостекла и биостеклокомпозиты для применения в медицине;
- оптические материалы для изделий вооружения, военной, космической и специальной техники;
- энергосберегающее техническое стекло и стекломатериалы, разработанные для использования в архитектуре и строительстве, и созданные для повышения качества жизни человека.

В последние годы уделяется особое внимание разработке **гибридных органо-неорганических и композиционных материалов со специфическими эксплуатационными свойствами** (сверхпрочность, твердость, термо-термостойкость, химическая и каталитическая активность и др.), широко используемых практически во всех сферах деятельности. Одним из подходов к созданию таких материалов является синтез структур «ядро-оболочка», который позволяет проводить конструирование и сборку на поверхности структур заданного состава и строения с точностью на атомно-молекулярном уровне («молекулярный дизайн»). Материалы вида «ядро – оболочка» находят широкое применение в различных областях: гетерогенные катализаторы, модифицированные сорбенты, керновые пигменты и наполнители композиционных материалов, биосовместимые имплантаты в медицине, элементы альтернативных источников энергии – солнечные батареи, суперконденсаторы, функциональные покрытия на металлах, полимерах, керамике и др.

Особое место занимает так называемый **послойный программируемый синтез** (ППС), который основан на использовании растворов специально подобранных солей металлов, которые в ходе последовательной и многократной обработки ими поверхности подложки дают нанослой соответствующего состава и прецизионно заданной толщины. Уникальность метода состоит в возможности выполнять синтез в условиях так называемой «мягкой» химии, практически при комнатной температуре и расширить круг синтезируемых тонкослойных материалов, которые другим методом синтезировать не удастся.

В современной электронной промышленности, медицине **фторсодержащие продукты** играют немаловажную роль в качестве перфторированных диэлектриков-теплоносителей, химических источников тока, химически стойких биологически безопасных инертных материалов.

Одними из важнейших направлений развития электроэнергетики и электротехники являются:

- создание *наноматериалов*, отвечающих требованиям современной энергетики;
- синтез *высокотемпературных сверхпроводников* для технологий, связанных с явлением сверхпроводимости;
- создание новых *гибридных органо-неорганических энергозапасующих электродных материалов*.

Разработка энергосберегающих технологий и создание нового поколения портативных экологически чистых *топливных элементов* – приоритетная задача для развития современных транспортных средств, в том числе космической техники и авиации, автономных циркуляционных систем жизнеобеспечения в условиях космоса, энерго- и теплоснабжения «умных домов» и резервного питания.

Поиск альтернативных источников энергии привел к разработке безотходных технологий, применению экологически чистого топлива. Исследование процесса *фотокатализа* и создание новых эффективных *фотокатализаторов* способно привести к решению экологических проблем, связанных с использованием традиционных источников энергии, таких как нефть, газ, уголь.

Электрохимические сенсоры в настоящее время нашли сравнительное широкое применение в различных областях начиная от анализа воздуха рабочей зоны, и токсичных веществ и патогенов в окружающей среде и продуктах питания и заканчивая *in situ* анализом физиологических жидкостей важным для медицинской диагностики. В тепловой и атомной энергетике, микроэлектронной промышленности непрерывный мониторинг концентрации растворенных газов в водных технологических средах – необходимое условие технологического процесса.

Разработка новых *лекарственных средств* для терапии опасных заболеваний является одним из главных приоритетов развития различных ветвей современной химии. Создание импортозамещающих лекарств, используемых в терапии и диагностике таких опасных заболеваний современности, как рак, сердечно-сосудистые заболевания, диабет, инфекционные болезни и проч., позволит увеличить качество и продолжительность жизни, а также обеспечить лекарственную независимость Российской Федерации, где практически нет на рынке оригинальных лекарственных препаратов, а производство практически целиком зависит от импорта.

Апробация в 2016 году предложений по отдельным перспективным направлениям фундаментальных исследований в области химических наук происходила в рамках Всероссийской научной конференции «Неорганическая химия – фундаментальная основа в материаловедении керамических, стеклообразных и композиционных материалов» (Санкт-Петербург, 4-5 марта 2016), докладчиком и членом Программного комитета которого была ученый секретарь Объединенного научного совета по химическим наукам к.х.н. Т.А.Цыганова. Кроме того, по теме исследования при участии научных сотрудников Санкт-Петербургского научного центра РАН осуществлены следующие публикации:

Цыганова Т.А., Столяр С.В. Вязкость кварцoidных стекол, содержащих катионы цезия // Физика и химия стекла. – 2016. – Т. 42. № 3. – С. 450-452.

Рахимова О.В., Баянов В.А., Шевченко Д.С., Цыганова Т.А. Исследование стеклообразных материалов методом кинетической спектрофотометрии // Неорганическая химия – фундаментальная основа в материаловедении керамических, стеклообразных и композиционных

материалов: материалы научной конференции (Санкт-Петербург, 4-5 марта 2016.). СПб.: Лема, 2016. С.177-179.

Цыганова Т.А., Баянов В.А., Шевченко Д.С., Рахимова О.В. Взаимодействие пористых стекол с молибдатом аммония в кислой среде // Физика и химия стекла. – 2016. – Т. 42, № 4. – С. 581-584.

Цыганова Т.А., Баянов В.А., Шевченко Д.С., Рахимова О.В. Особенности взаимодействия «вторичного кремнезема» порового пространства высококремнеземного стекла с молибдатом аммония в кислой среде // Журнал общей химии. – 2016. – Т. 86, вып.7. – С. 1229-1230.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАТИКИ, УПРАВЛЕНИЯ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

Из фундаментальных исследований в области информационных технологий, осуществляемых в научных организациях Санкт-Петербурга, наиболее перспективными направлениями, соответствующим мировым трендам развития науки и технологий, являются следующие:

Методология и интеллектуальные технологии проактивного управления структурной динамикой корпоративных информационных систем на различных этапах их жизненного цикла

В настоящее время актуальны исследования, проводимые различными организациями (в основном зарубежными) для выявления современных общих тенденций технологического развития, в результате которых появляются схемы, которые наглядно демонстрируют приоритетные направления для научных исследований, в том числе в области научно-технического и инновационного мониторинга. Такой мониторинг в свою очередь способен изменять и корректировать стратегии развития общества. В задачах анализа текущего технологического состояния и прогнозирования тенденций развития различных отраслей, как мировой экономики, так и экономики внутри страны, одним из первых этапов является использование информационных технологий, которые становятся фактором развития экономики и общества, обеспечения национальной безопасности государства.

В проекте предполагается формирование методологии, а также разработка и исследование моделей, методов и алгоритмов проактивного управления структурной динамикой таких сложных организационно-

технических систем как корпоративные информационные системы (КИС) на основе дальнейшего развития концепций и подходов неокибернетики. При этом проактивное управление КИС в отличие от традиционно используемого на практике реактивного управления сложными объектами, ориентированного на оперативное реагирование и последующее недопущение инцидентов, предполагает предотвращение их возникновения за счет создания в соответствующей системе мониторинга и управления принципиально новых прогнозирующих и упреждающих возможностей при формировании и реализации управляющих воздействий, основанных на парировании не следствий, а причин, вызывающих возможные нештатные, аварийные и кризисные ситуации в КИС.

Практическая ценность полученных результатов состоит в высокой степени унификации, масштабируемости и многофункциональности разрабатываемого модельно-алгоритмического обеспечения решения как задач оперативного структурно-функционального синтеза облика КИС в условиях возможной деградации их структур, так и задач автоматического синтеза программ мониторинга их состояний и многоструктурных состояний для своевременного выявления возможных причин, а не следствий кризисных и аварийных ситуаций.

Разработка интеллектуального пространства обмена инновационными решениями на базе облачных технологий (ИПОИР)

Одной из сложностей оценки инновационных направлений развития науки и технологии является постоянно и значительно возрастающий агрегат научной информации. Это научные проекты, публикации, базы данных в различных областях науки, алгоритмы и программы, информация о структуре подразделений, о научных коллективах и их разработках и т.д. При этом, как правило, научная информация не имеет стандартизированного электронного представления в открытых форматах

(используются всевозможные форматы, в том числе проприетарные), а уровень ее структуризации и полноты не соответствуют современным критериям с точки зрения организации аналитических работ в научной сфере. Перечисленные особенности затрудняют формирование набора показателей оценки развития информационно-телекоммуникационных технологий (ИКТ) и выявления значимых их направлений и как следствие, нет возможности построить общую базу знаний научных процессов. Разрабатываемая система объединит имеющиеся или создаваемые цифровые ресурсы участников для обеспечения интегрированного доступа по унифицированному Web-интерфейсу, к информационным службам и облачным сервисам.

Создание информационно-поисковой системы для научно-технического сегмента Интернет

Одной из основных проблем в области информационных технологий является обучение адекватному описанию, упорядочению и восприятию текстуального отражения информационных составляющих предметной области. В настоящее время сложилась ситуация, когда системы автоматизации библиотечных процессов, как правило, не поддерживают технологии автоматизированного смыслового анализа текстов, а современные системы анализа текстов не адаптированы к работе с автоматизированными библиотечными системами, при этом стоимость тех и других как коммерческих продуктов сопоставима. Это приводит к тому, что библиотеки, несмотря на то, что они являются обладателями наиболее качественного контента, с точки зрения достоверности и авторитетности источников, не могут обеспечить конкуренцию за качество, оперативность и удобство предоставления доступа к нему.

В качестве частного специализированного решения отбора наиболее качественных научных текстов появляются системы научного

цитирования, такие как Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), зарубежные Web of Science, Scopus, аналитический инструментарий ScienceIndex и ряд других. К сожалению, они не решают проблему обеспечения качественной справочной информацией ввиду своей специализированности, а кроме того, не могут дать понимание оперативной ситуации (в виде дайджеста), так как имеют запаздывание до нескольких месяцев.

Возможным решением этой проблемы являются инфологические информационные системы. В отличие от поисковых систем, основанных на использовании тематических и индексных каталогов, предлагаемая система основана на алгоритме информационного поиска, объединяющего семантический поиск в сетях (базах данных), поиск по нормативным документам и мониторинг информационных ресурсов. Результатом применения системы будет повышение качества доступа к научно-технической и справочной документации при одновременном повышении степени ее актуальности и новизны, с учетом сохранения уровня ее авторитетности. Система будет ориентирована на поиск фактологических и справочных данных, игнорируя коммерческие предложения, рекламу услуг и товаров, а также малоинформативные сайты, (имеющие значение качества контента ниже порогового значения). Система будет давать возможность тематической локализации области поиска (физика, юриспруденция, информационные технологии и т.п.) путем работы в соответствующей антологии, поиск кластеров однотемных документов с выделением вероятного первоисточника. Дополнительно осуществляется автоматическое аналитическое реферирование документов: создание аннотации к документу, составленной из элементов текста, значительно интенсифицирует задачу поиска документов.

Создание информационно-аналитического ядра интеллектуальной системы высокопроизводительного анализа больших данных

Хаотичность существования ценной научной информации в области высокопроизводительного интеллектуального анализа больших объемов данных в различных проектных институтах, научно-исследовательских институтах, на просторах сети Интернет, что влечет за собой спектр проблем:

- недоступность части информации исследователям вследствие роста «информационного шума», когда полезная информация теряется на фоне бесполезной;
- некорректность получаемой из сети Интернет информации;
- дублирование информации;
- отсутствие системы подтверждения качества найденного решения.

В том и другом случае снижается производительность исследователя. Данный проект по созданию информационно-аналитического ядра интеллектуальной системы высокопроизводительного анализа больших данных (ИАД) позволит создать единую систему в области высокопроизводительных программ, методов, алгоритмов, наборов данных и архитектур вычислительных систем, что позволит перегруппировать научный потенциал, использовать его более эффективно и быстрее восполнять существующие пробелы в науке и промышленности на пользу общечеловеческому прогрессу. Информационно-аналитическое ядро по организации и структуре будет являться самообучаемой системой, осуществляющей извлечение знаний из своей внутренней и внешней информации с занесением полученных знаний в себя. Система будет реализована с помощью онтологического моделирования. Суть подходов заключается в проектировании модели предметной области и

автоматическом программировании специального программного обеспечения сложных динамических систем управления.

В зависимости от входных данных и оцениваемых параметров системы качества алгоритмов, программ и методов, будут построены модели принятия решений, используемые для получения границ оцениваемых параметров. При этом в системе будет создана совокупность моделей вычислений с различными входными и выходными параметрами для оценивания программ, алгоритмов и методов в зависимости от их принадлежности тому или иному классу онтологической модели.

Апробация в 2016 году предложений по отдельным перспективным направлениям фундаментальных исследований в области информационных технологий происходила в рамках XV Международной конференции «Региональная информатика» (Санкт-Петербург, 26-28 октября 2016 г.) и IX Мультиконференции «Информационные технологии в управлении» (Санкт-Петербург, 4-6 октября 2016 г.). Кроме того, по теме исследования ученым секретарем Объединенного научного совета по проблемам информатики, управления и телекоммуникаций к.т.н. В.С. Марковым опубликована статья Марков В.С., Сидоренко Т.В. Система защиты информационного взаимодействия в среде облачных вычислений // Материалы XV Международной конференции РИ-2016. СПб., СПОИСУ, 2016.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ НАУК О ЗЕМЛЕ

В настоящее время в Санкт-Петербурге действует большое количество организаций, специализирующихся в науках о Земле. Круг решаемых ими научных и прикладных проблем весьма широк, тематически он охватывает многие дисциплины наук о Земле, включая геологию, геофизику, геохимию, геоэкологию, метеорологию, гидрологию и др. Территории, охватываемые исследованиями, включают многие районы на территории России и мира. Это говорит о том, что Санкт-Петербург является одним из городов, лидирующих в нашей стране в науках о Земле.

Среди многочисленных научных проблематик, разрабатываемых научными организациями Санкт-Петербурга, по степени соответствия мировым тенденциям развития науки и важности для России следует выделить следующие:

- состояние криолитозоны в российской Арктике;
- глобальные климатические изменения (на примерах Арктики, Антарктики);
- приращение минерально-сырьевой базы России (в частности, перспективы рудоносности Шпицбергена);
- рациональное природопользование (в основном связанное с использованием воды Ладожского озера);
- теория водоснабжения в условиях ЧС.

Ниже приводится описание ряда тем в науках о Земле, осуществление которых представляется приоритетным для Санкт-Петербурга в период до 2030 года в рамках двух основных направлений.

Фундаментальные научные исследования Арктического и Антарктического регионов.

В рамках указанного направления наиболее актуальными являются следующие исследования:

Субаквальная криолитозона западных арктических морей России.

На сегодняшний день субаквальная криолитозона западных арктических морей России (Белое, Баренцево, Карское) изучена крайне недостаточно, как геофизическими, так геологическими и буровыми работами.

Актуальность постановки указанной темы крайне высока. Она определяется целями поисково-разведочных и добычных работ, как на углеводородное сырье, так и на морские россыпи.

С эксплуатацией морских месторождений связана постановка добычных платформ, строительство продуктопроводов и прибрежных терминалов; создание причалов для судов, как танкерного, так и других типов.

Любое строительство, и функционирование, таких сооружений как буровые платформы, трубопроводы, причальные комплексы и т.д. как на море, так и в береговой зоне приведет к нарушениям инженерно-геологических и, в первую очередь, геокриологических условий, неизбежному возникновению опасных техногенных процессов, нарушению нормального функционирования абиогенной и биогенной составляющих экосистемы.

Предупреждение опасных инженерно-геологических процессов и нарушения основных элементов экосистемы требует детального изучения субаквальной мерзлой зоны и разработки надежных прогнозов её изменения под антропогенным воздействием.

Практическая значимость результатов тематических работ, в первую очередь, связана с хозяйственным освоением минеральных ресурсов западных арктических морей, развитием транспортной инфраструктуры (западное «плечо» Северного Морского Пути), строительством в пределах береговых зон, выбором правильных технологических решений, обеспечением безопасного режима недропользования.

Влияние глобальных климатических процессов на состояние арктических морских и озерных береговых зон.

В связи с глобальным потеплением климата геоморфологические, литодинамические, биогенные, криологические характеристики морских и озерных береговых зон в Арктике претерпевают значительные и все возрастающие изменения. Повышение среднегодовых температур приводит к таянию многолетнемерзлых пород, обнажающихся в береговых зонах. Это влечет за собой разрушение берегов, резкие изменения конфигурации береговой линии, изменения гидро- и литодинамического режима в прибрежной зоне, смену инженерно-геологических показателей грунтов в прибрежных районах, в том числе ухудшение их несущей способности.

С другой стороны, все возрастающая активность освоения Арктики требует постоянной интенсификации строительства, причем подавляющее большинство сооружаемых объектов промышленности и инфраструктуры приурочены именно к береговым зонам.

Для успешного планирования строительства сооружений в Арктике необходимо знание и прогноз динамики состояния берегов.

В то же время, несмотря на многолетние арктические исследования, проводимые в том числе и на побережьях, наш уровень знаний об их состоянии и процессах, происходящих в их пределах, совершенно

недостаточен для сколько-нибудь обоснованных прогнозов, что и является задачей предлагаемой темы.

Разработка физико-математических моделей программно-алгоритмического обеспечения и информационной технологии в интересах создания системы мониторинга и прогноза гидрофизических полей Северного Ледовитого океана, включая окраинные моря и районы нефтегазодобычи.

Состояние и пространственно-временная изменчивость гидрофизических полей в океане оказывают существенное влияние на эффективность решения хозяйственных, оборонных и экологических задач. Проблемы учета гидрологических характеристик среды приобретают особую значимость для Северного Ледовитого океана в силу важности решения государственных задач в экстремальных условиях арктического региона. Отрывочные сведения или отсутствие данных о гидрофизических факторах в районах освоения океана, хозяйственной деятельности, экологических угроз и боевой подготовки и/или боевых действий могут приводить к срыву или неэффективному решению поставленных задач. Опыт морской деятельности в нашей стране и за рубежом свидетельствует о необходимости создания системы мониторинга и прогноза гидрофизических полей, применимой как на этапах планирования, так и в процессе морской деятельности.

В России для определения гидрофизических полей (ГФП) температуры, солености и плотности морской воды, скорости течений и скорости звука используются либо архивы экспериментальных данных, полученных за каждый месяц для квадратов с длиной стороны порядка 1° , либо статистические регрессионные методы, основанные на использовании полуэмпирических методов оценивания. Эти методы не учитывают межгодовую изменчивость полей океана и не позволяют на

требуемом уровне точности описать те или иные гидрофизические процессы, необходимые для решения комплекса государственных задач. Вместе с тем, за рубежом уже функционируют системы мониторинга и оперативного прогноза ГФП и проводятся фундаментальные и прикладные исследования, направленные на их совершенствование.

Целью исследования является разработка основ информационной технологии мониторинга и прогноза гидрофизических полей Северного Ледовитого океана по результатам двухэтапной НИР:

- фундаментально-поисковая НИР «Создание физико-математических основ информационной технологии прогноза и мониторинга гидрофизических полей Северного Ледовитого океана, включая окраинные моря и районы нефтегазодобычи» – 2016-2020 гг.

- поисково-прикладная НИР «Решение научно-технических задач создания системы мониторинга и прогноза гидрофизических полей Северного Ледовитого океана, включая окраинные моря и районы нефтегазодобычи» – 2021-2030 гг.

Для достижения цели в рамках проекта предполагается выполнить фундаментальные и поисковые исследования по следующим направлениям:

1. Разработка объединенной гидротермодинамической модели течений и морского льда для Баренцева моря.

2. Разработка негидростатических моделей для описания процессов с горизонтальными масштабами порядка сотни метров - десятки километров с учетом воздействия ветрового волнения на движения в морской среде.

3. Моделирование поверхностных и внутренних приливов и их сезонной изменчивости в СЛО в целом и в его окраинных морях.

4. Разработка методов оптимального дистанционного оптического мониторинга морской среды, необходимых для функционирования мониторинга и физико-математических моделей прогноза.

5. Разработка перспективных (в т.ч. на основе нанотехнологий) технических средств и методов сбора и передачи натурной информации. Разработка методов ассимиляции натуральных данных. Проведение морских натуральных работ.

Указанные направления исследований охватывают широкий круг масштабов и основные процессы, происходящие в морской среде и влияющие на характеристики прогноза ГФП.

Магматизм Шпицбергена и перспективы его рудоносности.

Известный исторический интерес России к архипелагу Шпицберген в предлагаемой работе может найти серьезные научные аргументы о перспективах освоения минеральных ресурсов в рамках прав нашего государства и в соответствии с международным Парижским договором.

Великолепная обнаженность архипелага предоставляет возможность геологам доступность для опробования и исследования состава магматических образований и сопутствующих им полезных ископаемых. Значительная удаленность и суровый климат архипелага в значительной мере затормозили процесс исследования его природы, в том числе магматизма, поэтому планируемые работы безусловно внесут фундаментальные научные знания в процесс изучения этого арктического региона и принесут практическую пользу для хозяйственного освоения архипелага россиянами.

К сожалению, многочисленные находки полезных ископаемых наших геологов пока не получили должного экономического воплощения в работе отечественной угольной компании «Арктикуголь», ведущей

разработку месторождения Баренцбург. В то же время, обнаруженное нашими геологами рудопроявление золота в листовенитах Сент-Джонс-фьорда с успехом было доизучено в последние годы норвежскими геологами и переведено в разряд крупного месторождения с вытекающими из этого события лицензионными действиями закрепления золотоносной площади за Норвежской компанией. Этот факт говорит о том, что полезные ископаемые, рудоносность магматических комплексов на Шпицбергене еще далеко не изучены и требуют не только научного исследования, но и упорной реализации прав России на обнаруженные перспективные рудоносные участки с целью их последующей разработки.

Одной из важнейших задач предлагаемой разработки является оживление российской научной деятельности в рамках организованного научного центра. В настоящее время норвежский Международный научный центр в поселке Нью-Олесун в значительной мере опережает отечественные научные исследования на архипелаге. Геологическая направленность исследований Шпицбергена в советские и последующие времена всегда была на высоком уровне, что, безусловно, необходимо поддерживать в будущем и в настоящее время.

Исследование причин глобальной перестройки климатической системы Земли в середине плейстоцена по данным изучения кернов древнейшего льда Антарктиды.

Примерно 1 миллион лет назад произошло изменение характера глобальных климатических колебаний, которое заключалось в переходе от 40-тысячелетней периодичности в смене ледниковых и межледниковых эпох к 100-тысячелетней, с большей амплитудой колебаний. Причины, которые привели к такой перестройке климатической системы, остаются неизвестными и, по-видимому, обусловлены природой малоизученных обратных связей между климатом, криосферой и углеродным циклом.

Чтобы ответить на вопросы, связанные с причинами перестройки климатической системы, в первую очередь, необходимо иметь количественные данные об изменении климата и газового состава атмосферы за последние 1,5-2 миллиона лет. Считается, что такие данные могут быть получены по кернам древнего льда, залегающего в основании Восточно-антарктического ледникового покрова, получение которых является целью международного проекта глубокого бурения в Антарктиде, который предложен международным партнёрством по изучению ледяных кернов.

Вместе с тем, полезная информация, может заключаться в уже имеющемся ледяном керне, который был поднят из буровой скважины на российской антарктической станции Восток. Предварительные оценки возраста придонных слоев льда, говорят о том, что возраст атмосферного льда может превышать 1,5 миллиона лет. Анализ предварительных результатов, полученных при изучении керна со станции Восток в интервале 3310-3539 м, убеждает в том, что проведение его комплексных исследований может дать очень важную информацию, как о природе перестройки климатической системы, так и о тех методических трудностях, которые ожидают исследователей нового керна, который будет получен при реализации будущего дорогостоящего международного проекта. В связи с этим предлагается проект исследований древнейшего антарктического льда со станции Восток. Первоочередными задачами этого проекта являются уточнение датировки древнейшего льда с помощью новых методов абсолютного датирования и измерение концентрации CO₂ с целью получения первых данных о концентрации этого парникового газа в атмосфере Земли 1-2 миллиона лет назад.

Полученные в рамках предлагаемого проекта новые данные и знания помогут уточнить роль парниковых газов и Восточно-антарктического ледникового покрова в происходящих изменениях климата и окружающей

среды планетарного масштаба (включая изменения уровня Мирового океана). Эти новые данные будут использованы для проверки климатических моделей, которые в настоящее время применяются в прогнозах будущих изменений климата на нашей планете.

Исследования климата нашей планеты по данным сверхглубокого бурения в Центральной Антарктиде носят фронтальный характер и привлекают к себе внимание широкой общественности и СМИ как у нас в стране, так и за рубежом. Поэтому, помимо решения фундаментальных научных задач, данный проект будет иметь важную социальную составляющую, оказывая позитивное влияние на развитие образования, воспитание молодежи, повышение престижа отечественной науки и государства в целом. Успешное выполнение этого проекта утвердит лидирующую роль российской науки в приоритетном направлении антарктических исследований.

Фундаментальные научные исследования региона Ладожского озера

В рамках указанного направления наиболее актуальными являются следующие исследования:

Разработка и применение рациональной системы комплексных исследований природных процессов Ладожского озера.

Ладожское озеро является крупнейшим пресноводным водоемом Европы. Это главный источник пресной воды для Санкт-Петербурга, Ленинградской области и Республики Карелия. Это также уникальный природный объект, содержащий серьезные потенциальные возможности развития Северо-Западного региона России. Качество воды в Ладожском озере прямо зависит от состояния его дна и берегов, от процессов,

происходящих в районе озера, влияющих на общую экологическую ситуацию и способных привести к загрязнению воды в озере.

Изучение и наблюдение опасных природных процессов на дне, в водной толще и в прибрежной зоне Ладожского озера есть обязательное условие повышения безопасного природопользования в районе.

При этом изученность Ладожского озера оставляет желать лучшего. Тектоника и разрывные нарушения дна Ладоги известны лишь схематично, сейсмическая опасность, связанная с ними, не учитывается должным образом, поступающие по разломам в воду глубинные эманации почти не изучены. Слабо изучены также гидро- и литодинамические процессы, динамика береговой линии и многие другие процессы, влияющие на качество воды в озере.

В настоящее время производится мониторинг качества воды, поступающей в водозаборники, по нескольким параметрам. Однако нет понимания возможных причин ухудшения качества воды. Нет и четких сценариев действий в ответ на вызовы, связанные с ухудшением качества воды, за исключением перекрытия воды для всех пользователей и начала поисков источников загрязнения в критической ситуации.

Представляется целесообразным разработать систему комплексных исследований природных процессов, происходящих на дне, в водной толще и в береговой зоне Ладожского озера, провести изучение этих процессов в соответствии с разработанной системой, заранее выявить возможные последствия опасных процессов, способных негативно повлиять на качество ладожской воды и выработать рекомендации рациональных действий по восстановлению оптимального качества воды.

Накопленная к настоящему времени информация по геологии, гидрологии дна и берегов Ладожского озера может служить достаточной основой для предлагаемых исследований.

Разработка и апробация инновационных методов для исследования циркуляции вод в Ладожском озере.

Знание циркуляции вод в Ладожском озере крайне необходимо при любых прогнозах изменения экологической ситуации и параметров качества воды в озере. Руководящими документами по мониторингу водных объектов предусмотрены измерения течений в крупных водоемах. В Ладожском озере таких измерений было проведено крайне мало, и они не дают даже общей картины циркуляции вод в озере. Опубликованные в литературе сведения о циркуляции получены из чисто теоретических представлений или по математическим моделям, которые не прошли достаточную проверку на дидактическом материале. Такое положение дел является совершенно недопустимым, так как исключает возможность оценки риска попадания загрязняющих веществ к тем или иным важным хозяйственным объектам.

Для исследования циркуляции вод в Ладожском озере впервые предполагается использовать дрейфующие и вмораживаемые в лед буйковые станции, а также другие средства дистанционного измерения. Передача информации будет осуществляться через спутник и по телефону, а также, накапливаться на средствах измерений. Дополнительно к информации о циркуляции вод в Ладожском озере данная методика позволит впервые получить представление о гидротермодинамике вод в зимний период.

Выполнение работ по данной теме даст возможность оценки рисков, связанных с загрязнениями воды Ладожского озера.

Создание научно-теоретических основ решения проблемы организации водоснабжения и водоотведения в условиях чрезвычайных ситуаций и катастроф.

В государственном стандарте России «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита систем хозяйственно-питьевого водоснабжения» предусмотрено ограниченное число вероятных сценариев ЧС. Их недостаточную разработанность и обоснованность подтверждают реальные события, в т.ч. имевшие место в Дальневосточном Федеральном Округе в августе-сентябре 2013 года, связанные с паводком на реке Амур. В результате ЧС возникли проблемы в организации снабжения населения и спасателей доброкачественной водой. Вследствие повреждения элементов системы водоснабжения и водоотведения, аварийного загрязнения водоисточников, отсутствия резервных водоисточников, неполного выполнения необходимых для условий ЧС организационных, инженерно-технических мероприятий, защита системы водоснабжения оказалась недостаточно эффективной. В зонах санитарной охраны в период до ЧС не осуществлялась надежная защита поверхностных и подземных водоисточников от антропогенного загрязнения. Большие затруднения возникли в организации бесперебойного отведения стоков с помощью коммунальных канализационных сетей.

Эти события выявили несовершенство моделирования вариантов ЧС, слабую адаптацию разработанных моделей к региональным особенностям, недостаточно глубокую прогнозную оценку вариантов развития событий, мобилизационных возможностей и резервов региона. В настоящее время отсутствует научно обоснованная концепция безопасного водоснабжения и водоотведения на предупредительном этапе, в условиях ЧС и во время восстановительного после ЧС периода. Вопросы водоснабжения и водоотведения, относящиеся к условиям чрезвычайных ситуаций, катастроф, а также предотвращения и ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий, катастроф и диверсий, выпали из поля зрения экспертов в этой области.

Проведение исследований по предлагаемой теме позволит:

- научно обосновать комплекс мер, обеспечивающих снабжение потребителей доброкачественной водой и надежное водоотведение в условиях ЧС, а также во время восстановительного после ЧС периода;

- определить концептуальный подход к решению водных проблем, позволяющий разработать систему мер, направляемых на предупреждение перерастания ЧС техногенного характера в ЧС экологического и эпидемического характера, при котором ситуация принимает масштаб катастрофы;

- дать экономическое обоснование преимуществ предупредительных (профилактических) мероприятий, целесообразности их осуществления в полном объеме в период до ЧС.

Апробация в 2016 году предложений по отдельным перспективным направлениям фундаментальных исследований в области наук о Земле происходила в рамках IV тектонофизической конференции «Тектонофизика и актуальные вопросы наук о Земле» (Москва, 3-8 октября 2016 г.), Всероссийской конференции по крупным внутренним водоемам (V Ладужский симпозиум) (Санкт-Петербург, 9-11 ноября 2016 г.), Международной конференции «Knowledge Engineering and Mathematical Geology» (Санкт-Петербург, 14-16 ноября 2016 г.), Межрегиональном научном геологическом Тихоокеанском семинаре (НИС «Геленджик», Тихий океан. 12-16 декабря 2016 г.), на которых ученым секретарем Объединенного научного совета наук о Земле д.г.н. В.М. Анохиным в сумме было сделано 8 докладов по теме исследования. Кроме того, по теме исследования д.г.н. В.М. Анохиным были осуществлены (в соавторстве) следующие публикации:

Анохин В.М., Ломакин И.Э., Шураев И.В. Планетарная линейная сеть и возможный механизм ее образования //

Тектонофизика и актуальные вопросы наук о Земле: Материалы IV Тектонофизической конференции. М.: ИФЗ РАН, 2016.

Анохин В.М., Дудакова Д.С., Дудаков М.О., Уличев В.И. Геоморфологические особенности берегов Ладожского озера по результатам полевых работ с применением беспилотного летательного аппарата // Материалы V Ладожского симпозиума. СПб.: ААНИИ, 2016.

Петухов С.И., Анохин В.М., Мельников М.Е. Особенности геодинамических обстановок в районе Магеллановых гор (Тихий океан) // Тектонофизика и актуальные вопросы наук о Земле: материалы IV Тектонофизической конференции. Москва, ИФЗ РАН, 2016.

Анохин В.М., Науменко М.А., Нестеров Н.А. Закономерности ориентации рельефа дна Ладожского озера // Материалы V Ладожского симпозиума. СПб.: ААНИИ, 2016.

Анохин В.М., Холмянский М.А. Особенности конфигурации протяженных форм рельефа и берегов озер северо-западной части плато Путорана // Материалы V Ладожского симпозиума. СПб.: ААНИИ, 2016.

Холмянский М.А., Анохин В.М., Снопина Е.М. Результаты комплексных геоэкологических работ на акватории Ладожского озера // Материалы V Ладожского симпозиума. СПб.: ААНИИ, 2016.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ И МЕДИЦИНСКИХ НАУК

Из фундаментальных исследований в области биологических и медицинских наук, осуществляемых в научных организациях Санкт-Петербурга, наиболее перспективными направлениями, соответствующими мировым трендам развития науки, являются исследования микробиомов и макроорганизмов, а также молекулярная медицина, онкология, иммунология.

Ниже приводятся обоснования и краткое описание комплексных исследований, осуществление которых представляется приоритетным для Санкт-Петербурга в период до 2030 года в рамках указанных направлений.

Исследование микробиомов и макроорганизмов.

Существование человека как вида всегда происходило в непосредственном взаимодействии с микроорганизмами. В результате эволюции сформировался тщательно регулируемый баланс между эндогенным микробиомом (комплексным сообществом микроорганизмов, обитающим в сходной экологической среде и включающим как бактерии, так и простейшие, и вирусы) и человеком. Микробиом человека обеспечивает подавление потенциальных патогенов, влияет на функционирование иммунной системы, обмен веществ, эндокринную систему, функционирование сердечно-сосудистой системы и центральной нервной системы. Изменение микробиома, его дисбаланс, нарушение взаимодействия с организмом человека ведет к развитию инфекций и патологии различных органов. Данное направление исследований базируется на осознании необходимости изучения микробиома человека как актуальной проблемы сохранения здоровья населения. В основе

предполагаемых мер по поддержанию здоровья лежит фундаментальная научная задача полного и комплексного исследования микробиома как у здоровых людей, так и у страдающих различными заболеваниями, современными молекулярно-биологическими методами.

Если XX век во многом можно рассматривать как век терапии антибиотиками, то современная медицина «расплачивается» за чрезмерный энтузиазм, возникший после начала широкого применения антимикробных препаратов. В настоящее время в медицине произошли серьезнейшие изменения как в спектре заболеваемости в целом (выход на первый план сердечно-сосудистых заболеваний, онкологических патологий, заболеваний обмена веществ), так и в спектре инфекционных патологий, во многом вызванных возбудителями, ранее относившимися к малопатогенным (энтерококки, кишечная палочка, эпидермальные стафилококки, стрептококки группы В, пилорический хеликобактер и др.) и обладающими широким спектром лекарственной устойчивости. При этом неадекватная терапия антибиотиками часто сопровождается серьезными дисбиотическими состояниями, вызванными нарушением микробиоты заболевших.

Научная проблема, решаемая в рамках данного направления, заключается в изучении комплексной микробиоты человека в различных участках организма в норме и в условиях патологии с последующими шагами к созданию принципиально новых терапевтических подходов, основанных на восстановлении естественного микробиоценоза. Предлагается разработать ряд инновационных методов, направленных на быстрое восстановление индивидуальной микробиоты с использованием гетерогенной (пробиотики) или индигенной (аутопробиотики) микробиоты, адресную вакцинную профилактику инфекций (рекомбинантные вакцины к факторам патогенности, живые вакцины). Созданные методики позволят осуществлять адресную микробную

терапию инфекций пробиотиками, профилактику инфекционных осложнений, обусловленных оппортунистической микробиотой, терапию широкого круга неинфекционных заболеваний.

Появление метагеномных технологий и новых методических возможностей молекулярной иммунологии и спектрометрии позволило переоценить представления о самой микробиоте и о ее значении в функционировании органов и систем. Если ранее микробиота или так, называемые условно-патогенные бактерии, рассматривались исследователями исключительно как возможные возбудители заболеваний, то в последние годы взгляд на микроорганизмы драматическим образом изменился. Оказалась, что микробиота человека не просто вступает во взаимодействие с потенциальными патогенами, обеспечивая барьерную функцию организма, но и влияет на функционирование иммунной системы, на обмен веществ, эндокринную систему, функционирование сердечно-сосудистой и даже на развитие и функционирование центральной нервной системы. При этом было установлено, что микробиота строго индивидуальна, а все человечество может быть кластерировано по типам микробиоты – энтеротипам. Возникшее понимание глобальной и сильно недооцененной ранее роли микробиоты для формирования здоровья и профилактики разнообразных заболеваний человека, оживила научной интерес исследователей к использованию средств коррекции микробиоты – живых микроорганизмов (пробиотиков) или веществ, благотворно влияющих на восстановление микробиоты (пребиотиков). Параллельно микробная терапия стала развиваться в направлении микробной или «фекальной» трансплантации, когда микроорганизмы больному пересаживают от здорового донора. Учитывая тот факт, что приведенные выше данные были получены в самом недавнем прошлом и массив знаний находится в фазе накопления, вполне естественно, что пробелов, требующих полноценного научного осмысления куда больше, чем

фактического знания. Поэтому развитие предлагаемого научного направления позволит существенно пополнить необходимый багаж фундаментальных знаний, а также сформировать ряд новых подходов, направленных на лечение и профилактику заболеваний человека неинфекционной и инфекционной природы. При этом приоритет получит та исследовательская группа, которая системно займется заполнением пробелов в знаниях в данной области с использованием новых появившихся недавно методологий. Поэтому результаты выполнения данной подпрограммы при должном финансировании неизбежно реализуются в массиве новых фундаментальных знаний с вполне конкретными социальными и экономическими последствиями.

Молекулярная медицина, онкология, иммунология.

Расшифровка генома человека, завершившаяся в 2000 году, явилась решающей предпосылкой к возникновению нового научно-практического направления – молекулярной медицины. Последнюю можно определить как медицину, в которой кардинальные проблемы практического здравоохранения, связанные с диагностикой, профилактикой, лечением онкологических, наследственных, мультифакториальных и других болезней решаются на молекулярном уровне.

Характерными особенностями молекулярной медицины, является ее индивидуальный характер, направленный на коррекцию патологического процесса у конкретного человека с учетом уникальных особенностей его генома (персонализированная медицина). Исследования генома человека заложили основу ее молекулярному направлению, благодаря которому разработаны универсальные методы диагностики наследственных болезней, заложены основы фармакогенетики (основы индивидуальной чувствительности к лекарственным препаратам) и фармакогеномики (разработка новых лекарств направленного действия для индивидуальной

молекулярной терапии), решаются проблемы адресной доставки и регулируемой экспрессии генов с целью эффективной генной терапии.

Так, участие генетических факторов в индукции опухолевого роста и злокачественном перерождении тканей не подвергается сомнению. Целый ряд фундаментальных фактов свидетельствует о ключевой роли повреждений молекул ДНК в развитии опухолевого процесса. Наиболее значимыми из них являются наличие большого числа хромосомных перестроек и точковых мутаций в опухолевых тканях больных и культивируемых линиях раковых клеток, онкогенное действие ряда вирусов, способных взаимодействовать с геномом хозяина, существование семейных форм раков, в этиологии которых прослеживаются наследственные компоненты и др. Однако наибольшим фундаментальным свойством опухолевых клеток, по-видимому, следует признать огромную генетическую нестабильность, которая проявляется как на хромосомном уровне, так и на уровне отдельных генов. Обнаружение в геноме человека последовательностей, гомологичных онкогенам ретровирусов, явилось толчком для развития молекулярной онкологии. Причем следует подчеркнуть, что генетические нарушения играют ведущую роль в этиологии любых форм онкологических заболеваний. На настоящий момент фундаментальные исследования в области онкологии по большей части направлены на изучение различных уровней молекулярных нарушений, определяющих патогенез злокачественных опухолей. Проводятся многочисленные исследования мутационных изменений на уровне ДНК, экспрессии микроРНК, мРНК и белков. Основной фундаментальной и прикладной проблемой медицины в целом и онкологии в частности, является индивидуализация лечения, направленная на определение индивидуальных молекулярно-генетических особенностей опухоли, определяющих ее чувствительность к уже имеющимся в арсенале лекарственным препаратам.

Одними из возможных путей лечения рака (помимо хирургии, химиотерапии и т.п.) является возможность использования иммунологических методов и генной терапии. В настоящее время активно ведутся исследования по активации иммунной системы в лечении рака. С проблемами инактивации иммунной системы и установления толерантности к чужеродным антигенам сталкивается активно развивающаяся отрасль современной медицины – генная терапия. Изучение иммунного ответа на развитие рака является одним из основных направлений современной иммунологии. Согласно теории Льюиса Томаса, рак развивается только в том случае, если раковые клетки теряют ракоспецифические антигены или способны подавить активацию иммунитета. Механизм иммунного ответа на развитие раковых клеток до сих пор остается неясным. Ряд доказательств свидетельствует о наличии эндогенного иммунного ответа у больных раком. Так, сравнительно простая активация иммунной системы способна приводить к уменьшению размеров раковых опухолей в разных органах. Показано, что антираковый иммунитет можно усилить путем доставки костимуляторных сигналов и/или рекомбинантных цитокинов. Главная проблема состоит в сложности и взаимосвязанности сети цитокинов и невозможности предсказать результат введения одного рекомбинантного цитокина на продукцию других цитокинов.

Основной задачей генотерапии при лечении рака и др. наследственных болезней – это доставка генов, способных продуцировать необходимые данному человеку белки, в организм. В настоящий момент вирусы являются лучшим способом доставки генов в клетки. Однако вирусные векторы активируют иммунный ответ, что приводит к разрушению вектора и лишь временной экспрессии доставляемых генов. Поэтому генная терапия сталкивается с задачей противоположной задаче иммунотерапии рака.

Таким образом, в настоящее время методы иммунотерапии и генной терапии еще далеки от совершенства, а сложность иммунной системы каждого организма обуславливают трудности разработки практических подходов.

Апробация в 2016 году предложений по отдельным перспективным направлениям фундаментальных исследований в области биологической и медицинской наук происходила в рамках Междисциплинарной научной конференции «Биология и фундаментальные проблемы медицины в Санкт-Петербурге» (Санкт-Петербург, 14-15 апреля 2016 г.), Международной научной конференции «Эколого-генетические основы современных агротехнологий» (Санкт-Петербург, 27-29 апреля 2016 г.), Всероссийской конференции «Грипп и другие респираторные инфекции: алгоритмы профилактики и диагностики» (Санкт-Петербург, 3 февраля 2016 г.), Всероссийской конференции «Рациональная фармакотерапия в практике терапевта» (Санкт-Петербург, 2 марта 2016 г.), Всероссийской конференции «Традиции и достижения российской педиатрии» (Санкт-Петербург, 25 марта 2016 г.), Всероссийском совещании «Микробиом России» (Санкт-Петербург, 28 сентября 2016 г.), Междисциплинарном семинаре «Влияние изменений первичной структуры генов ответа на повреждение ДНК на гомеостаз и развитие патологических состояний» (Санкт-Петербург, 13 октября 2016 г.), Всероссийской конференции «50 лет ВОГиС. Успехи и перспективы», (Москва, 8-11 ноября 2016 г.), на которых членами организационных комитетов и/или докладчиками (содокладчиками) являлись ученый секретарь Объединенного научного совета «Биология и медицина» к.б.н. Л.А. Джапаридзе и м.н.с. А.А.Бубличенко.

Кроме того, по теме исследования научными сотрудниками Санкт-Петербургского научного центра РАН были осуществлены (в соавторстве)

следующие публикации в сборнике Биология и фундаментальная медицина в Санкт-Петербурге (СПб., СПбНЦ РАН, 2016):

Абрамсон Н.И., Бондарева О.В., Джапаридзе Л.А. Молекулярно-генетические методы в исследовании инвазий. – С. 13-14.

Анисимов В.Н. Перспективы применения ингибиторов киназы mtor метформина и рапамицина для профилактики преждевременного старения и рака – С. 32-35.

Галль Л.Н. Кулешов Д.О., Березкина Т.Э., Галль Н.Р., Чернова Е.Н. Масс-спектрометрический анализ глутатиона, как нового модельного вещества при изучении действия физических факторов на живые системы. – С. 71-72.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СФЕРЕ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Из фундаментальных исследований в сфере экологии и природных ресурсов, осуществляемых в научных организациях Санкт-Петербурга, наиболее перспективными направлениями, соответствующими мировым трендам развития науки, являются исследования:

- биоресурсов, включая изучение и мониторинг биоразнообразия Северо-Запада России;
- влияния природопользования на экосистемы региона;
- экологической генетики.

Актуальность предлагаемых исследований. Проблемы охраны и сохранения редких животных и растений, мониторинг состояния популяций охотничье-промысловых и ресурсно-значимых видов, оценка скорости расселения видов-вселенцев и активности компонентов эпидемиологически опасных патобиоценозов требуют изучения и постоянно обновляющейся информации. Для Северо-Запада России создание постоянно дополняемой комплексной информационной системы хранения и анализа данных по ресурсно-значимым и редким видам растений и животных, в т.ч. по эпидемиологически опасным животным является актуальной задачей, решение которой создаст объективную фактологическую основу для подготовки Красных книг, атласов природно-очаговых инфекций, учебных и просветительских курсов и пр. Проблема видов-вселенцев, или «биологического загрязнения» водоемов за последние два десятилетия также выдвинулась в число наиболее важных проблем окружающей среды. Цель исследований состоит в определении и изучении механизмов вселения и влияния чужеродных видов на водные и наземные экосистемы с целью разработки научно обоснованных

инновационных подходов к снижению их отрицательного воздействия на экосистемы. Не менее важны и палинологические исследования, т.к. они помогают решить ряд практических задач в геологии, археологии, криминалистике, при исследовании продуктов пчеловодства и оценке качества воздушной среды.

В современных условиях сохранение биологического разнообразия и биоресурсов водоемов и наземных экосистем невозможно без знания закономерностей динамики структурно-функциональной организации их экосистем под влиянием антропогенных факторов среды. Необходимость особых решений проблем в области влияния природопользования на прибрежные экосистемы Финского залива и Ладожского озера отражена и в Постановлении Правительства Санкт-Петербурга «Об экологической политике Санкт-Петербурга на период до 2030 года». Постановление перекликается также с рекомендациями ХЕЛКОМ 28 E\9, содержащими призыв к странам, подписавшим Хельсинкскую Конвенцию, заполнить пробелы в пространственных данных по морскому и береговому биоразнообразию, природным ресурсам, использованию суши и моря, и обеспечить все заинтересованные государства необходимой информацией для широкомасштабного международного морского и берегового пространственного планирования. В процессе работ по этому направлению будут разработаны новые интегральные методы оценки состояния экосистем, подвергающихся интенсивному загрязнению и эвтрофированию, учитывающие изменения на цитогенетическом, гистологическом, организменном, популяционных уровнях организации и изменения структуры сообществ.

Специальным объектом исследования являются также загрязненные в прошлом наземные территории вблизи населенных пунктов, которые стали фактором сдерживания экономического роста. Основные задачи в

этом направлении состоят в развитии технологий «рационального природопользования»:

- повышении энергообеспечения производственных и коммунальных процессов;
- разработке безотходных циклов производства и потребления;
- тотальной экологической реабилитации загрязненных и нарушенных земель.

В современной концепции природопользования значительное внимание также уделяется экологическим аспектам хозяйственной деятельности. Исследования в области экологической генетики крайне важны как для решения ликвидаций угрозы биологических инвазий биоразнообразию, здоровью людей и экономике в целом, так и в области развития сельского хозяйства. Однако в России, в отличие от зарубежных исследований, еще очень мало работ, где бы в изучении инвазий применялся молекулярно-генетический подход. В результате имеется явное отставание от мирового уровня в области исследования генетических механизмов, лежащих в основе успешности инвазии, определении ее источника и направления распространения, интенсивности. Силами ученых Санкт-Петербурга эти пробелы возможно ликвидировать. Применительно к растениеводству эколого-генетические исследования могут способствовать минимизации химической нагрузки на окружающую среду (снижение использования химических удобрений и средств защиты от патогенов). В настоящее время оправданной представляется нацеленность производителей сельхозпродукции на получение стабильного, гарантированного урожая, и именно стабильность урожая в условиях адаптивного растениеводства может страдать от негативного действия стрессовых факторов, таких как атака патогенов, инвайдеров и т.п. Предлагаемые исследования позволят минимизировать действие стрессовых факторов на сельскохозяйственные культуры и

сформулировать рекомендации по достижению стабильного урожая различных культур в условиях максимально бережного отношения к окружающей среде.

Практическая значимость планируемых результатов **исследования биоресурсов, включая изучение и мониторинг биоразнообразия Северо-Запада России**, возможные области применения:

а) создание аналитического рабочего инструмента, направленного на фиксацию, сохранение, динамическое дополнение и отображение информации о фауне, флоре и микобиоте Северо-Запада России (в том числе о ресурсно-значимых, редких и эпидемиологически опасных видах) позволит использовать полученные данные государственными службами при землеустройстве, проектировании строительных объектов, лицензировании охотничье-промысловой деятельности, планировании заказников и заповедников, проведении природоохранных мероприятий, при профилактике эпизоотий, подготовке справочных материалов для сотрудников лечебных и диагностических учреждений региона;

б) будет разработана программа действий («дорожная карта») по предотвращению и преодолению вредных последствий вселения чужеродных видов в экосистемы региона;

в) палиноморфологические данные будут применяться в стратиграфии, палеогеографии, при изучении вопросов изменения климата, в криминалистике (по пыльцевому спектру на предмете можно с высокой степенью точности определить его происхождение, что позволяет уточнять незаконные перемещения наркотиков, оружия, товаров и т.д.). Определения пыльцы из воздуха позволят судить о его качестве как на предмет пыльцы аллергенных растений, так и техногенного загрязнения.

По научному направлению, связанному с **исследованиями влияния природопользования на экосистемы региона**, будет разработана система оценки и нормирования антропогенного воздействия на водоемы Северо-

запада России с помощью биологических маркеров, которая будет способствовать предотвращению конфликта между природопользованием и сохранением природных объектов еще на стадии планирования хозяйственной деятельности. Полученные данные могут быть использованы:

а) для совершенствования регионального природоохранного законодательства;

б) при составлении проектной документации для масштабных морских проектов в регионе Финского залива и разработки последующего мониторинга прибрежных экосистем и компенсационных мероприятий;

в) как дополнения информационно-аналитической базы государственных структур, ответственных за принятие решений в области природопользования, а также при осуществлении государственной экспертизы проектов по использованию ресурсов береговой зоны Финского залива и Ладожского озера;

г) при оценке влияния деятельности терминалов морских портов Ленинградской области на природные комплексы региона и принятии мер по предотвращению их негативного влияния на экосистемы. Кроме того, будет разработана концепция минимизации экологического риска при рациональном природопользовании. Эколого-экономическое обоснование и апробация типовых положений по обращению с основными видами объектов накопленного прошлого экологического ущерба (ПЭУ) позволит обеспечивать экологическую безопасность населения России на участках деградации природно-хозяйственных систем.

В области **экологической генетики** будут получены результаты:

а) научно обоснованные методы контроля и борьбы с нежелательными вселенцами;

б) знания о выявленных молекулярных механизмах, лежащих в основе успешного взаимодействия бобовых растений с симбиотическими

микроорганизмами, которые могут быть использованы для создания сортов растений с улучшенной способностью к взаимодействиям с почвенными микроорганизмами и, как следствие, более устойчивых к стрессам различной природы, и пригодных для возделывания в рамках концепции адаптивного растениеводства;

в) знания о составе микробиома различных тканей и органов растений и почвенного микробиома, которые могут быть востребованы при создании микробиологических препаратов, призванных заместить химические удобрения и ядохимикаты для снижения химической нагрузки на окружающую среду при возделывании культурных растений;

г) идентифицированы микроорганизмы, повышающие устойчивость растений к стрессу, которые также будут использованы для создания биопрепаратов.

Апробация в 2016 году предложений по отдельным перспективным направлениям фундаментальных исследований в сфере экологии и природных ресурсов происходила в рамках VIX Всероссийской научной конференции «Вода – источник жизни на Земле» (Санкт-Петербург, 28-31 марта 2016 г.), Международной конференции по физиологии и поведению растений (Санкт-Петербург, 12-19 июня 2016 г.), XXI Международном и межрегиональном БИОС-форуме (Санкт-Петербург, 18-19 сентября 2016 г.), XVII Международном экологическом форуме «Дни Балтийского моря» (Санкт-Петербург, 23-25 марта 2016 г.), 13-ой Международной орнитологической конференции по морским птицам (Шотландия, Эдинбург, 6-9 сентября 2016 г.), Всероссийском совещании по сохранению биоразнообразия животного мира (Москва, 28 октября – 1 ноября 2016 г.), Международном форуме «Финский залив» (Финляндия, Хельсинки, 30 ноября – 2 декабря 2016 г.), на которых ученый секретарь Объединенного научного совета «Экология и природные ресурсы» к.б.н. Ю.Н. Бубличенко

представила доклады/содоклады (совместно со специалистами БИН РАН) по теме исследования.

Кроме того, по теме исследования к.б.н. Ю.Н. Бубличенко были осуществлены (в том числе, в соавторстве) следующие публикации:

Bublichenko Julia. The Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) expansion into the Western part of the Gulf of Finland, Russia/ /13 th International Seabird Group Conference. Edinburgh. 2016. p. 67.

Daria Ryabchuk, Vladimir Zhamoida, Marina Orlova, Alexander Sergeev, Julia Bublichenko, Andrey Bublichenko, and Leontina Sukhacheva. Neva Bay: A Technogenic Lagoon of the East-ern Gulf of Finland (Baltic Sea) // Estuaries of the World: The Diversity of Russian Estuaries and Lagoons Exposed to Human Influence. Springer journ., UK, 2016(2017). P. 191-223.

Bublichenko J. The Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) in the Eastern part of the Gulf of Finland, Russia // Trilateral Scientific Forum @Gulf of Finland. Helsinki. SYKE. 2016. P. 48

Бубличенко Ю.Н. Новые встречи редких видов птиц на юге Кургальского заказника (Ленинградская область) // Русский орнитологический журнал. – 2016. – Том 25, Экспресс-выпуск 1328. – С. 3125-3133.

Бубличенко Ю.Н., Бубличенко А.Г. Использование млекопитающими и птицами искусственных сооружений в восточной части Финского залива // Сборник материалов XVII Международного экологического форума «День Балтийского моря». СПб.: 2016. – С. 90-91 (рус.), С. 239-240 (англ.).

Бубличенко А.Г., Бубличенко Ю.Н. Проблемы сохранения наземных позвоночных животных в прибрежных и островных экосистемах Финского залива // Сборник материалов XXI Международного и межрегионального БИОС-форума. СПб., 2016. – С. 83-87.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ГУМАНИТАРНЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ НАУК

В настоящем разделе собраны наиболее фундаментальные научные исследования в области гуманитарных и общественных наук, которые соответствуют Плану фундаментальных исследований Российской академии наук на период до 2025 года, утвержденному Указом Президента Российской Федерации от 7 июля 2011 года № 899, а также Стратегии экономического и социального развития Санкт-Петербурга на период до 2030 года, утвержденной постановлением Правительства Санкт-Петербурга от 13 мая 2014 года № 355.

ИСТОРИЧЕСКИЕ НАУКИ

В исторических науках критериям, определенным при формировании Программы, признаны соответствующими три направления:

1. Трехвековая история становления и развития науки в Санкт-Петербурге: когнитивные, социально-культурные, институциональные и биографические аспекты (1724–2024).

Впервые будет проведен комплексный анализ формирования и развития Санкт-Петербурга в 1724–2024 гг. как одного из центров мировой науки, раскрыт сложный механизм взаимодействия когнитивных, социально-культурных, институциональных и личностных факторов ее развития. В основу проводимых научно-исследовательских работ будет положен массив опубликованных и архивных источников, в том числе впервые вводимых в научный оборот.

2. Научное наследие петербургских историков XIX–XX веков.

Работы ряда крупных историков остаются неизданными или рассеянными в старых труднодоступных периодических изданиях. Представляется весьма актуальным текстологическое изучение этих ценнейших материалов, отбор их и подготовка к печати, а затем комментированное, снабженное вступительными статьями и современным научным аппаратом издание. Основные этапы работы и планируемые результаты: подготовка сборника научного наследия академика Е.В. Тарле; подготовка сборника эпистолярного наследия академика Е.В. Тарле; подготовка сборника научного наследия О.А. Добиаш-Рождественской; подготовка сборника научного наследия С.Н. Валка; подготовка сборника научного наследия А.Е. Преснякова.

3. Выявление, изучение и публикация памятников русской письменности в собраниях российских и зарубежных музеев, архивов и библиотек.

В рамках проекта, в ходе археографических экспедиций предполагается обследовать библиотеки и архивы, где хранятся эти памятники, с целью выявления других древнерусских рукописей, которые могут там находиться. Результаты исследований будут использованы при подготовке новых критических изданий текстов источников, написании монографий и учебных пособий по отечественной истории, источниковедению, историографии, истории русского языка и литературы и истории русского изобразительного искусства.

ВОСТОКОВЕДЕНИЕ

В востоковедении критериям, определенным при формировании Программы, признаны соответствующими семь направлений исследований:

1. Россия и народы мусульманского мира: история и современность в контексте новой архитектуры мира.

Результаты исследования станут составной частью курсов, читаемых авторами исследований в Институте истории и Институте философии Санкт-Петербургского государственного университета.

2. Введение в научный оборот памятников на восточных языках.

Описание, перевод, комментарии, издание письменных памятников на восточных языках (китайском, тангутском, маньчжурском, японском, киданьском, тибетском, геэсе, санскритском, иврите, иудео-арабском, монгольском). Подготовка монографий, публикации серии статей.

3. Исследование религиозных воззрений народов Востока.

Подготовка факсимильных изданий памятников религиозной культуры; комментированный перевод восточных рукописей; подготовка монографических исследований по религиозным воззрениям стран Востока (арабский, корейский, китайский, индийский, санскритский, новоперсидский, среднеперсидский языки).

4. Изучение социальных институтов эпохи Древнего царства, городских структур Месопотамии, археологических памятников Прикаспийского региона.

Подготовка серии статей по истории египетской администрации; по истории городских структур поселений Месопотамии; реконструкция истории и культуры Прикаспийского региона Ирана; анализ социальных и политических структур, через которые манифестировалась коллективная идентичность монголов в XVII-XIX вв. (древнеегипетский, раннеиранский, китайский, монгольский языки). Подготовка и публикация монографий и статей.

5. Исследование государственного развития России и ее места в мировом историческом и культурном процессе.

Исследование истории дипломатических, социально-экономических и культурных связей России и Ирана, изучение особенностей западной помощи, ослабленной османскими набегами Византии; изучение истории установления дипломатических отношений России со странами Ближнего Востока в XIX – начале XX века.

6. Изучение духовных и эстетических ценностей отечественной и мировой культуры и фольклора.

Выработка методики текстологического анализа записей и публикаций сказом монголов, бурят и калмыков.

7. Теория, структуры и историческое развитие языков мира, изучение эволюции, грамматического и лексического строя русского языка, корпусные исследования русского языка, языков народов России.

Изучение византийских источников; среднеперсидского манихейского языка; выявление различий между среднеперсидским (манихейским) и среднеперсидским (пехлевийским) языком; выявление композит в тибетско-монгольском словарях и анализ их номенклатуры и структуры. Подготовка и написание статей.

ЛИТЕРАТУРОВЕДЕНИЕ

В литературоведении критериям, определенным при формировании Программы, признаны соответствующими пять направлений исследований:

1. Текстологическая школа академика Д. С. Лихачева (Текстология и источниковедение литературы Древней Руси).

Уникальным опытом отечественной медиэвистики является проект школы по изданию, комментированию и переводу на современный

русский язык древнерусских произведений XII–XVII столетий. О востребованности и актуальности результатов коллектива школы свидетельствует тот факт, что исследования Д.С. Лихачева и его учеников переведены на десятки языков. Теоретически обоснованный и разрабатываемый в школе метод комплексного изучения и критического издания древнерусских текстов применяется учеными многих других направлений. Выход в свет памятников Кирилло-Белозерского, Соловецкого и др. монастырей.

2. Петербургская школа П.Н. Беркова.

В настоящее время основным направлением работы школы является подготовка издания Полного собрания сочинений А.П. Сумарокова (1717-1777). Издание планируется в 10 томах. Впервые все наследие ведущего автора XVIII века, заложившего основания будущей русской литературы планируется издать критически, с учетом вариантов его сочинений, их истории, с академическими комментариями, направленными на прояснение становления творчества писателя и его влияния на будущую русскую литературу.

3. Петербургская школа фольклористики.

Выход томов академического Свода русского фольклора (серия «Былины»), содержащих критически выверенные тексты (включая все известные редакции и варианты текстов), сопровождающиеся исчерпывающим текстологическим и историко-этнографическим и фольклорным комментарием.

4. Петербургская школа пушкиноведения.

Подготовка нового академического полного собрания сочинений Пушкина (в 20-ти томах, тома 1-10). Собрание содержит критически выверенный комплекс пушкинских текстов, подготовленный на уровне современного развития текстологической науки, и максимально полный текстологический и историко-литературный комментарий. Издание может

быть подготовлено только на базе ряда предварительных и сопутствующих филологических исследований, каждое из которых имеет при этом собственное научное значение. Научная и издательская подготовка издания «Пушкинская энциклопедия» (серия «Произведения»): Выход из печати 4-го и 5-го выпусков «Пушкинской энциклопедии» (серия «Произведения»).

5. Петербургская школа сравнительного литературоведения.

Основное внимание представителями школы всегда уделялось историко-литературным исследованиям, в которых анализируются два фундаментальных вопроса: восприятие и освоение русской литературой опыта и достижений мировой культуры и международное значение русской литературы, ее влияние на литературу зарубежных стран, в особенности таких европейских стран, как Англия, Франция, Испания, Германия, славянские страны. В период до 2030 года сотрудники Отдела взаимосвязей русской и зарубежных литератур ИРЛИ РАН, которые представляют традиции петербургской школы сравнительного литературоведения, предполагают завершить труд «История русской переводной литературы первой четверти XIX века». Научная и издательская подготовка, выход из печати томов из серии «Россия-Запад-Восток: Литературные и культурные связи». Периодичность – ежегодно. Создание электронной научной библиотеки и информационного портала «Архив братьев Тургеневых: документы и материалы».

ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

В филологии критериям, определенным при формировании Программы, признаны соответствующими семь направлений исследований:

1. Санкт-Петербургская школа функциональной грамматики.

В последние годы в разных странах большое внимание уделялось грамматике конструкций – устойчивых, частично воспроизводимых оборотов речи. В рамках этого направления исследований разработана методика описания категориальных ситуаций, отличающихся параметром частичной воспроизводимости. В задуманной работе будет учитываться опыт анализа категориальных ситуаций, а также новые достижения грамматики конструкций.

2. Петербургская школа сравнительно-исторического индоевропейского языкознания.

Подготовка и публикация «Древнегреческая историческая проза (Геродот)», по Гомеру, каузативу индийского языка. Исследование лексикографии балканских языков. издание «Малого диалектологического атласа балканских языков» (выпуск 13-18). Издание серии работ по категориям индоевропейского глагола. Подготовка и издание «Сравнительно-исторической грамматики индоевропейских языков».

3. Петербургская школа академической лексикографии.

Значительная часть материалов по лексике русских народных говоров хранится в основной картотеке Словарного отдела Института лингвистических исследований РАН. По приблизительным подсчетам в этой словарной картотеке насчитывается свыше 2 млн. 300 тыс. карточек-цитат. В Словарном отделе ИЛИ РАН идет работа над третьим исправленным и дополненным изданием Большого академического словаря из 30-ти томов (уже опубликовано 14 томов), подготовкой и изданием Словаря русского языка XVII века (выпуски 22-28); Словаря русских народных говоров (тома 48-58); Словаря-справочника: «Новые слова и значения по нулевым годам XXI в.», «Новые слова и значения по десятым годам XXI в.», «Новые слова и значения по двадцатым годам XXI в.»; Лексического атласа диалектов русского языка «Природа, животный

мир» (т. 1, вып. 1, 2), «Ландшафт» (т. 2), «Человек» (т. 3); справочного тома и подготовкой on-line версии Академического словаря.

4. Петербургская типологическая школа.

В работах Лаборатории типологического изучения языков Института лингвистических исследований структурирование категорий, там, где это удается, а удается это далеко не всегда, проводится с помощью исчисляющих классификаций или просто исчислений. Особенность исчислений состоит в том, что их базу составляют диагностические семантические признаки, комбинаторика значений которых исчерпывает все теоретические реализации изучаемой категории. Указанные признаки, и это надо подчеркнуть, отбирает сам исследователь, анализируя имеющиеся описания и эмпирические данные различных языков. Подготовка и издание монографий «Таксис в славянских языках», «Типология взаимодействия грамматических категорий», «Типологический подход к описанию различных языковых семей и ареалов».

5. Петербургская школа лингвистов-североведов.

Существует две точки зрения на обозначенную выше проблему. В соответствии с одной из них, исчезновение языков является неизбежным, естественным и необратимым процессом; современная тенденция языкового развития неизбежно приведет к унификации и резкому сокращению культурного и языкового разнообразия. Вторая задача – изучение реальных языковых ситуаций, прикладных социолингвистических аспектов функционирования языков, языковых контактов, процессов упрощения и изменения языковых систем в условиях языкового сдвига, переключения и смешения кодов и подобных проблем. Создание серии материалов и исследований языков народов России, издание трех томов. Регулярная публикация архивных материалов по

североведению. Экспедиционные обследования языков малых народов России. Исследования в области лексики монгольских языков.

6. Текст, язык, культура, общества: взаимодействие параметров (междисциплинарное исследование современной Африки).

В результате комплексного анализа африканских культур, обществ, языков Северной и Тропической Африки, выполненного на основе полевого исследования материала в контексте современных тенденций культурной и социальной динамики, будет подготовлена серия публикаций (включая статьи и монографии по различным аспектам африканских реалий), в т.ч. первая в мировой науке монография по диалектологии манден.

7. Когнитивная деятельность в ситуациях неопределённости и стресса (обработка языковой и невербальной информации)

Исследование основано на представлении о функциональной многозначности мозговых структур. В рамках осуществления проекта будет использован целый ряд экспериментальных методик. Результаты проекта могут быть использованы в следующих областях: нейрофизиология (при моделировании высших психических функций человека); лингвистика (для совершенствования теории ментальной грамматики и ментального лексикона и их функционирования при восприятии и порождении речи, для описания механизмов распознавания звучащей и письменной речи); психология (для выявления когнитивных механизмов, обеспечивающих работу процессов мышления и понимания позволяющих принимать решение в ситуации выбора множественных альтернатив; при построении общепсихологической теории функционирования сознания как механизма, действующего в целях снижения субъективной неопределенности; при создании тренинговых программ, направленных на повышение эффективности принятия решения в ситуациях стресса; при создании программ, направленных на повышение

когнитивной компетентности личности); компьютерные науки и искусственный интеллект (при моделировании когнитивных процессов и их воплощении в системах искусственного интеллекта).

СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

В социологии критериям, определенным при формировании Программы, признаны соответствующими три направления исследований:

1. Риски частного и общественного пространства детства.

Фокус проекта состоит в выявлении четырех проекций изменений в структуре российских семей: воздействия государственной семейной политики, глобальных тенденций, региональных особенностей, семейного ареала (частного пространства). Проект основан на комбинированном использовании разных источников: данных официальной статистики (переписи населения 2002 и 2010 годов, микропереписи 2015 года, выборочных обследований по социально-экономическим проблемам – уровню жизни, рациону питания, бюджету времени и пр.); последних волн РМЭЗ; всероссийского выборочного обследования Мужчины, Женщины и Дети в семье и обществе, а также собственных выборочных обследований проведенных сотрудниками сектора социологии семьи, гендерных и сексуальных отношений Социологического института РАН. Практическая значимость состоит в выявлении особенностей детства в семье и общественных учреждениях, оценке рисков деформации частного и социального пространства, выявление степени устойчивости значимости семьи в системе ценностей новых поколений.

2. Социальное неравенство и социальное благополучие в контексте глобальных и локальных социальных изменений в современном российском обществе.

Предметом исследования в рамках проекта являются новые структуры неравенства, которые возникают в результате социальных

изменений последних десятилетий – глобализации и виртуализации общества. Актуальность исследования определяется тем, что сетевые и потоковые структуры неравенства недостаточно исследованы в современной социологии. Основным результатом исследовательского проекта является создание теоретической модели сетевых и потоковых структур неравенства и разработка системы соответствующих эмпирических индикаторов. Создание теоретической модели сетевых и потоковых структур неравенства и разработка системы соответствующих эмпирических индикаторов – научные результаты, соответствующие уровню поисковых исследований лидеров мирового социологического сообщества.

3. Анализ культурных паттернов и моделей и их трансформации в интернет пространстве.

В настоящем исследовании будут применены наиболее продуктивные классические методы, а также использованы новейшие теоретические подходы, появившиеся в отечественной и зарубежной науке: структурно семиотический, феноменологический, компаративистский, метод кросскультурного анализа, неовеберианский подход, постмодернистская методология постсубкультурного подхода. Основным результатом работы станет выявление алгоритмов управляемых моделей «интернет-идеологий» и формирования стратегий воздействия на них.

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

В психологии критериям, определенным при формировании Программы, признано соответствующим следующее направление исследований: **психоэмоциональное благополучие человека: содержание и факторы развития в разные периоды жизни.**

Актуальность исследования определяется тем, что международным сообществом все больше признается значимость неэкономических ориентиров, в том числе счастья, психологического благополучия населения для оценки показателей развития страны. Развитые европейские страны предлагают оценивать потенциал той или иной страны не только по валовому национальному доходу и его приросту, но и на основе оценки и анализа человеческого капитала, оценки позитивных аспектов функционирования личности. Впервые в отечественной и зарубежной науке предполагается провести длительное лонгитюдное прослеживание становления психоэмоционального благополучия при переходе от одного этапа развития к другому на одних и тех же выборках, что позволит вскрыть реальный ход психического развития, выявить предикторы и маркеры психоэмоционального благополучия. В итоге исследования должно быть разработано и обосновано содержание конструкта психоэмоциональное благополучие, изучены его структурно-уровневые характеристики, специфичные для разных этапов развития человека (от детства до периода поздней взрослости и старения).

Апробация в 2016 году предложений по отдельным перспективным направлениям фундаментальных исследований в области гуманитарных и общественных наук происходила в рамках Междисциплинарного семинара «Влияние наукометрических показателей на исследовательские практики» (Санкт-Петербург, 20 апреля 2016 г.), Международной научной конференции «Россия и мир в конце XIX – первой половине XX в. (к 85-летию со дня рождения академика Бориса Васильевича Ананьича)» (Санкт-Петербург, 20 июня 2016 г.), XXXII сессии Международной школы социологии науки и техники им. С.А. Кугеля «Глобальная наука и международная коллаборация» (Санкт-Петербург, 24-26 октября 2016 г.), круглом столе «Международные сетевые взаимодействия научных

организаций как фактор развития научной и инновационной деятельности». (Санкт-Петербург, 10 ноября 2016 г.), III-ем Международном социологическом форуме (Вена, Австрия, 10-14 июля 2016 г.), на которых с докладами по теме исследования выступала ученый секретарь Объединенного научного совета по общественным и гуманитарным наукам к.и.н. Е.А. Иванова.

Кроме того, по теме исследования главным ученым секретарем СПбНЦ РАН д.э.н. Г.В.Двасом была опубликована (в соавторстве) статья Арбузов С.Г., Двас Г.В. Угрозы экономической безопасности: эволюционная связь с технологическим укладом и современная трактовка // Управление экономическими системами: электронный научный журнал, 2016. №11. URL: <http://uecs.ru/ekonomicheskaya-bezopasnost/item/4135-2016-11-03-07-35-22>.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫМ ПРОБЛЕМАМ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Из фундаментальных исследований по междисциплинарным проблемам транспортных систем, осуществляемых в научных организациях Санкт-Петербурга, наиболее перспективными направлениями, соответствующим мировым трендам развития науки и технологий, являются следующие:

1. Архитектура и методология построения единой транспортной системы страны (ЕТС).

Транспортный комплекс страны представляет собой одну из важнейших компонент инфраструктуры, степень развития которой во многом определяет возможности общества и государства. В настоящее время в транспортном комплексе происходят структурные изменения, связанные с изменением форм собственности и способов организации производственного процесса. За годы реформ образовался разрыв между потребностями общества в транспортном обслуживании и состоянием транспортного комплекса страны. Необходимо научное обоснование, как путей развития транспортного комплекса, так и методов управления им.

Осознание сложившейся ситуации привело к тому, что за последние годы появился ряд серьезных исследований проблем оценки эффективности и развития транспорта. Определение структуры и содержания теории транспортных систем требует систематизации результатов, дополнительных исследований и серьезных обобщений.

Приоритетное значение среди них имеют фундаментальные проблемы системного характера, фактически определяющие принципы

развития транспортной отрасли в целом и органично связанные с целью транспортной системы. Впервые сформулированы проблемы инновационного развития отрасли:

- проблемы создания единой транспортной системы;
- выработка научно-обоснованного архитектурно рационального управления транспортной отрасли;
- обеспечение рационального взаимодействия видов транспорта;
- обеспечение качественных характеристик транспортных услуг;
- обеспечение минимизации нагрузки от транспортной деятельности на окружающую среду:
- рациональное использование существующего транспортного комплекса;
- выработка новых знаний в условиях построения единой транспортной системы, подготовка кадров.

2. Обеспечение экологически устойчивого развития транспорта.

Устойчивое развитие – обеспечение сбалансированности между экономическим развитием, социальной справедливостью и окружающей средой. Принятые на самом высоком уровне соглашения по устойчивому развитию диктуют необходимость приоритета гуманитарного принципа. То есть все разрабатываемые стратегии и меры по достижению устойчивого развития транспорта должны быть рассмотрены, прежде всего, с точки зрения повышения качества жизни человека, включая обеспечение безопасности передвижения и экологической безопасности нынешнего и будущих поколений людей.

Для достижения целей экологически устойчивого развития транспортного комплекса необходимо реализация следующих принципов и решение соответствующих проблем управления развитием:

- решения в области развития транспортной системы и регулирования транспортной деятельности должны оцениваться не только с точки зрения экономической эффективности, но и с точки зрения безопасности и экологичности, в связи с чем необходимо разрабатывать критерии оценки экологической устойчивости как транспортной системы в целом, так и всех её подсистем;

- общество и государство должны стремиться к разумному сокращению транспортных потребностей, не нарушая при этом прав на свободу перемещения и торговли. Идеальным результатом является более медленный рост внутренней транспортной работы по сравнению с ростом ВВП, что возможно только при условии построения сбалансированной мультимодальной транспортной системы, обеспечивающей взаимодействия различных видов транспорта. То есть транспортные потребности экономики и общества должны удовлетворяться за счет использования видов транспорта, наиболее эффективно использующих природные, пространственные и энергетические ресурсы и создающих наименьшую техногенную нагрузку на среду, а также за счет их оптимального сочетания.

- необходимо разработать комплекс мер, направленных на совершенствование транспортных технологий, технологий управления транспортными процессами и операциями и собственно на совершенствование транспортных средств.

3. Развитие единой информационной системы для транспортной отрасли

Необходимость построения единой транспортной системы страны диктуется требованием реализации единой транспортной политики страны через совершенствование системы управления на основе создания единых принципов управления, контроля и обеспечения безопасности по общим

критериям и показателям качества функционирования транспортной отрасли, необходимостью создания интеллектуального транспортного комплекса, создания единого информационного пространства и пр.

Транспортные системы сегодня представляют собой сложный пространственно-распределенный объект исследования. Управление транспортной системой является многопараметрической задачей, связанной с обработкой больших массивов данных, которая решается, в условиях практически всегда присутствующего ограничения времени и ресурсов, что выдвигает на первый план задачу создания единой информационной системы для транспорта.

Важное место занимает модель инфо-телекоммуникационной системы, как основы взаимодействия всех подсистем в реальном масштабе времени. Необходимо учитывать тот факт, что перспективы развития сетей связи для транспорта связаны с расширением объемов и спектра услуг на всех видах транспортных систем на единой технической и технологической основе.

В последнее время наметились тенденции к интеграции информационных и инфокоммуникационных систем для обеспечения функционирования единой транспортной системы страны. Поэтому требуется сформировать целостный взгляд на способы построения информационных и инфокоммуникационных систем на транспорте для планомерного решения инфокоммуникационных задач транспортных систем, нацеленных на повышение эффективности управления отраслью в целом.

В связи с этим необходимо сформировать рекомендации по созданию единого стандарта и единой сети обмена информацией на транспорте для обеспечения решения всех необходимых задач мониторинга и управления.

Апробация в 2016 году предложений по отдельным перспективным направлениям фундаментальных исследований по междисциплинарным проблемам транспортных систем происходила в рамках 15-ой Всемирной конференции Объединения исследовательских центров подземного пространства мегаполисов ACUUS (Санкт-Петербург, 12-15 сентября 2016 г.), IX Международной конференции «ТРИЛОГИЯ» (Транспорт. Инвестиции. Логистика) (Санкт-Петербург, 1 ноября 2016 г.), III Международной конференции «Евразийский вызов» (Санкт-Петербург, 25-26 ноября 2016 г.), на которых доклады по теме исследования представил председатель Объединенного научного совета по междисциплинарным проблемам транспортных систем д.т.н. О.В.Белый.

Кроме того, по теме исследования по теме исследования научными сотрудниками СПбНЦ РАН были осуществлены (в соавторстве) следующие публикации:

Барина Л.Д., Забалканская Л.Э. Роль информационных воздействий в управлении транспортными потоками мегаполисов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2016. – № 7-1. – С. 138-141.

Белый О.В., Барина Л.Д., Забалканская Л.Э. Комплексный подход к обеспечению экологически устойчивого развития высокоскоростного железнодорожного транспорта // Транспорт: наука, техника, управление. – 2016. – № 8. – С. 16-23.

Белый О.В., Ефанов А.Н., Зайцев А.А., Белозеров В.Л. Методология измерения экономической эффективности инвестиционных проектов на транспорте // Транспорт: наука, техника, управление. – 2016. – № 10. – С. 13-20.

**План-график реализации государственной программы перспективных направлениях развития в Санкт-Петербурге фундаментальных научных исследований
на очередной финансовый год и плановый период до 2030 года**

(в соответствии со статьей 20 Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 года № 642)

N п/п	Наименование подпрограммы, ВЦП, основного мероприятия, мероприятия ФЦП, контрольного события программы	Статус*(1)	Ответственный исполнитель (ФИО, должность, организация)*(2)	Ожидаемый результат реализации мероприятия	Срок начала реализации	Срок окончания реализации (дата контрольного события)	Код бюджетной классификации*(3)	Объем ресурсного обеспечения, тыс. руб.*(4)														
								текущий год 2016	очередной год 2017	второй год планового периода 2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	Всего по государственной программе	X		X			X															
	Подпрограмма	X		X			X															
а) Приоритетные научные исследования, которые обеспечат переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта																						
1.1.1	Алгебра и теория чисел.		СПбНЦ РАН ПОМИ РАН СПбГУ	Получение новых знаний и публикация научных результатов, отражающих развитие алгебро-геометрических, топологических и мотивных методов, применение их к решению классических проблем математики.	2017	2030			500	560	620	660	700	740	780	820	860	900	940	980	1000	1000
1.1.2	Математический и функциональный анализ. Исследования в области гармонического и комплексного анализа. Систематическое использование методов гармонического анализа в теории функций нескольких комплексных переменных.		СПбНЦ РАН ПОМИ РАН; Лаборатория им. Чебышева (СПбГУ)	Получение новых знаний и публикация научных результатов, отражающих применение новых методов перехода от конкретных функциональных пространств и конкретных операторов к их классам и обобщениям, изучение пространств Лебега и Соболева с переменным показателем. Создание теории аппрок-	2017	2030			500	560	620	660	700	740	780	820	860	900	940	980	1000	1000

				симации на сфере.																		
1.1.3	Теория вероятностей и математическая статистика.		СПбНЦ РАН, СПбГУ; ПОМИ РАН	Получение новых знаний и публикация научных результатов, содержащих решение аналитических проблем теории вероятностей и математической статистики. Разработка новых аналитических методов при решении статистических задач в физике, биологии, вычислительной математике и других естественных науках.	2017	2030			500	560	620	660	700	740	780	820	860	900	940	980	1000	1000
1.1.4	Геометрия и топология. Исследование вопросов, связанных с дискретизацией римановых и финслеровых многообразий посредством аппроксимации их сетями. Изучение связи крупномасштабной геометрии некомпактных пространств с геометрией их границ на бесконечности. Исследования по тропической геометрии, гомотопическим инвариантам и случайным блужданиям.		СПбНЦ РАН, ПОМИ РАН	Разработка и внедрение численных методов при решении геометрических проблем. Решения ключевых проблем виртуализации и геометризации трехмерных многообразий. Решения классических проблем алгебраической геометрии над полями комплексных и вещественных чисел, построение вещественных алгебраических кривых с контролируемой топологией, и вычисления плоских инвариантов Громова — Виттена.	2017	2030			500	560	620	660	700	740	780	820	860	900	940	980	1000	1000
1.1.5	Уравнения математической физики и дифференциальные уравнения в частных производных. Изучение уравнений Навье-Стокса и их применимости для описания динамики вязкой несжимаемой жидкости при больших числах Рейнольдса. Получение апостериорных оценок для различных краевых и начально-краевых задач математической физики.		СПбНЦ РАН, СПбГУ; ПОМИ РАН;	Создание и развитие математического аппарата, позволяющего адекватно моделировать явления, наблюдаемые в жидких и газообразных средах, а также позволяющего проводить качественный анализ и расчет различных параметров	2017	2030			700	760	820	880	940	1000	1060	1120	1180	1240	1300	1360	1420	1500

				и характеристик течений указанных сред. Вычисление расстояние между заданной функцией и точным решением соответствующей краевой задачи, имеющее исключительно важное значение для количественного анализа математических моделей, возникающих в естественных науках.																		
1.1.6	Теоретическая физика. Исследования в квантовой теории Янга-Миллса.		СПбНЦ РАН, ПОМИ РАН, ПИЯФ	Развитие методов квантовой теории поля с использованием опыта решений точно интегрируемых моделей; развитие новых методов, позволяющих анализировать квантовые системы вне рамок обычной теории возмущений; развитие математического аппарата теории квантовых групп и её приложение к квантовому методу обратной задачи. Выяснение основных принципов, лежащих в основе обнаруженной дуальности между теорией калибровочных полей и теорией струн, в частности, интегрируемости определенных классических и квантовых моделей, возникающих как со стороны теории поля, так и со стороны теории струн, а также изучение свойств представлений конечномерных и аффинных алгебр Ли, необходимых для исследования кванто-	2017	2030			1000	1070	1140	1210	1280	1360	1440	1520	1600	1680	1760	1840	1920	2000

				<p>вых интегрируемых систем и топологических теорий поля.</p> <p>Вычисление корреляционных функций (функций Грина) квантовых интегрируемых моделей и описание их связей с классическими интегрируемыми системами, изучение связей корреляционных функций квантовых интегрируемых моделей с объектами комбинаторики, изучение интегрируемых моделей для описания явлений квантовой нелинейной оптики, изучение связи интегрируемых спиновых цепочек с R-матрицами и изучение уравнения Янга-Бакстера.</p>																		
1.1.7	<p>Теоретическая информатика. Теория сложности алгоритмов, теория схемной сложности, теория сложности вычислений, исследования комбинаторных структур и исследования по теории графов.</p>		<p>ПОМИ РАН, СПбНЦ РАН НИУ ИТМО</p>	<p>Разработка новых методов автоматического доказательства верхних оценок для алгоритмов, работающих методом расщепления, новых алгоритмов и оценок сложности для задачи максимальной выполнимости, задачи о максимальной разрезу, задаче о кратчайшей общей надстроке. Новые верхние оценки на DPLL-алгоритмы для задачи выполнимости, улучшающие предыдущие рекордные значения и новые экспоненциальные нижние оценки на выполнимых формулах, которые на данный момент доказаны для</p>	2017	2030		500	560	620	660	700	740	780	820	860	900	940	980	1000	1000	

				ограниченных классов DPLL-алгоритмов. Оценки качества алгоритмов коммутации сетевых пакетов в ограниченном буфере.																		
1.2.1.	Физика и эволюция вырожденных звездных объектов (белых карликов и нейтронных звезд). Механизмы энерговыделения пульсаров, взрывных переменных, рентгеновских и гамма-барстеров, повторяющихся и космологических гамма-всплесков. Исследования структуры течения плазмы в окрестности аккрецирующих нейтронных звезд, процессы генерации теплового и нетеплового излучения этих объектов и моделирование процессов ускорения частиц до высоких и сверхвысоких энергий в процессе вспышки сверхновой и гамма-всплесков.		ГАО РАН; ИПА РАН; ФТИ РАН, СПбНЦ РАН	Построение модели магнито-левитационной аккреции на нейтронные звезды и черные дыры, объяснение происхождения, тепловой и магнито-ротационной эволюции пульсаров, разработка механизма энерговыделения барстеров и повторяющихся гамма-всплесков. Разработка и создание телескопов гамма-излучения высоких и сверхвысоких энергий космического и наземного базирования. Наблюдения космических источников высоких энергий на крупнейших рентгеновских, оптических и радиотелескопах.	2017	2030			1000	1070	1140	1210	1280	1360	1440	1520	1600	1680	1760	1840	1920	2000
1.2.2.	Исследования активных ядер галактик и взаимодействия галактик. Всеволновая синхронная фотометрия, спектроскопия и поляриметрия в оптическом и радиодиапазонах, исследования релятивистских истечений вещества (джеты) из этих объектов вплоть до области их формирования.		СПбНЦ РАН, СПбГУ; ГАО РАН; ИПА РАН САО РАН	Получение новых знаний и публикация научных результатов, отражающих дальнейшее изучение глобальной экосистемы галактики. Наблюдения и интерпретация эволюции джетов из активных ядер галактик. Наблюдательная проверка и уточнение сценария взаимодействия галактик.	2017	2030			2000	2140	2280	2420	2560	2720	2880	3040	3200	3360	3520	3680	3840	4000
1.2.3.	Исследование межзвездной среды, областей звездообразования и межзвездных молекулярных полос.		СПбНЦ РАН, СПбГУ; ГАО РАН;	Получение информации об эволюции Галактики от момента ее формирования	2017	2030			1000	1070	1140	1210	1280	1360	1440	1520	1600	1680	1760	1840	1920	2000

	Моделирование свойств межзвездной пыли, параметров молекулярных облаков и глобул повышенной плотности, являющихся очагами звездообразования. Спектроскопия межзвездных облаков с рекордным отношением сигнала к шуму		ИПА РАН САО РАН	до настоящего времени и построение сценария ее дальнейшего развития. Определение динамических характеристик Галактики, механизма формирования ее структуры и процессов звездообразования.																		
1.6.1	Солнечная энергетика. Разработка и исследование кремниевых и концентраторных солнечных элементов на основе гетероструктур A^3B^5		ФТИ РАН, Хевел, СПбНЦ РАН	Достижение КПД >45% концентраторных солнечных элементов и срока службы космических батарей >20лет на геосинхронных орбитах за счет создание новых типов квантово-размерных гетероструктур с увеличенным (до 4-5) числом p-n переходов и создания гетероструктур со множественными Брегговскими отражателями для повышения КПД и радиационной стойкости космических солнечных элементов. Достижение КПД >20% кремниевых солнечных элементов за счет разработки технологий НТ.	2017	2030			10000	10700	11400	12100	12800	13600	14400	15200	16000	16800	17600	18400	19200	20000
1.6.2	Мощные светодиоды на основе соединений A^3N . Разработка и исследование высокоэффективных и сверхярких монокристаллических и гибридных белых светодиодов A^3N .		ФТИ НТЦ Микроэлектроники Софт-Импакт Светлана-Рост, СПбНЦ РАН	Получение новых знаний и публикация научных результатов, направленных на создание технологий эпитаксиального роста квантовых точек для светодиодов, создание монокристаллических, в том числе безлюминофорных, белых светодиодов и энергоэффективных динамически управляемых светодиодных источников излучения для регулирования	2017	2030			10000	10700	11400	12100	12800	13600	14400	15200	16000	16800	17600	18400	19200	20000

				спектрально-цветовых и яркостных характеристик освещения с целью оптимизации световой среды для жизнедеятельности человека.																		
1.6.3	Мощные полупроводниковые лазеры и лазерные линейки ближнего ИК диапазона. Разработка и исследование полупроводниковых лазеров на базе квантоворазмерных гетероструктур с классической конструкцией резонатора Фабри-Перо, излучающих в диапазоне 700-2000нм.		ФТИ РАН СПбАУ СПбГПУ Коннектор Оптикс, СПбНЦ РАН	Решение прикладных и фундаментальных научно-технических задач и создание лазерных излучателей для широкого спектра применений, в т.ч. для оптической накачки, медицинских приборов и систем специального назначения	2017	2030			10000	10700	11400	12100	12800	13600	14400	15200	16000	16800	17600	18400	19200	20000
1.6.4	Полупроводниковые лазеры видимого и УФ диапазона. Разработка и исследование полупроводниковых лазеров на основе соединений A^2B^6 и A^3N		ФТИ НТЦ Микроэлектроники Софт-Импакт, СПбНЦ РАН	Создание полупроводниковых лазеров и лазерных конвертеров на основе соединений A^2B^6 с УФ и электронной накачкой для систем проекционного телевидения, навигации и локации, а также полупроводниковых лазеров на основе соединений A^3N для перспективных систем лазерного освещения, биомедицинских и специальных применений.	2017	2030			10000	10700	11400	12100	12800	13600	14400	15200	16000	16800	17600	18400	19200	20000
1.6.5	Светодиоды, лазеры и фотоприемники в средней ИК области спектра. Разработка и исследование полупроводниковых фотоприемников, светодиодов и лазеров на базе сурьмянистых наногетероструктур для диапазона 1.6-5мкм. Разработка фотонных технологий обработки сигналов для создания энергоэффективных сенсоров и сенсорных систем микроволновой фотоники		ФТИ РАН, СПбНЦ РАН	Создание перспективных средств экологического мониторинга и спектроскопии газов (метана, двуокиси углерода, окиси углерода и др.). Разработка фундаментальных основ оптоинформатики и оптических принципов измерений с оценкой их предельных возможностей. Разработка одно- и многоэлементных	2017	2030			2000	2140	2280	242	2560	2720	2880	3040	3200	3360	3520	3680	3840	4000

				сенсоров в области среднего ИК с рекордными параметрами по чувствительности (до 10^{-11} смГц ^{1/2} /Вт) и быстродействием до 10^{-9} с. Создание малофотонных позиционно-чувствительных сенсоров с рекордным разрешением до 5×10^{-6} от поля зрения.																		
1.6.6	Поверхностно-излучающие лазеры с вертикальным резонатором. Разработка и исследование лазеров VCSEL (vertical-cavity surface-emitting lasers – англ.) и VECSEL (vertical external cavity surface-emitting lasers)		ФТИ РАН НТЦ Микроэлектроники СПбАУ СПбГПУ, СПбНЦ РАН	Решение задачи «последней мили» в волоконно-оптических линиях связи (совместно с пластиковыми оптическими волокнами), а также применение в оптических межсоединениях в суперкомпьютерах и в автономных навигационных системах. Создание мощных источников постоянного и импульсного лазерного излучения с высоким качеством луча.	2017	2030			10000	10700	11400	12100	12800	13600	14400	15200	16000	16800	17600	18400	19200	20000
1.6.7	Полупроводниковые микролазеры. Разработка конструкции микролазеров и методов формирования активной области на основе полупроводниковых наногетероструктур. Разработка методов управления спектральными характеристиками, модовым составом, направленностью излучения микролазеров. Разработка методов вывода излучения из микролазеров в оптические волноводы. Исследование переходных процессов и быстродействия микролазеров. Повышение температурной стабильности, повышение предельной рабочей температуры, снижение рабочих токов, миниатюризация геометрии лазерных излучателей.		СПбАУ ФТИ РАН НИУ ИТМО, СПбНЦ РАН	Развитие научных и технологических основ полупроводниковых микролазеров с активной областью на основе массивов квантовых точек и квантовых ям. Новые данные о физических процессах, протекающих в микроизлучателях, и возможностях целенаправленного управления их свойствами. Создание микролазеров с параметрами, позволяющими использовать их в качестве активных излучателей в системах оптической передачи и обработки	2017	2030			10000	10700	11400	12100	12800	13600	14400	15200	16000	16800	17600	18400	19200	20000

				информации, реализующих свою функциональность в пределах микрочипа.																		
1.6.8	Генерация сверхкоротких импульсов при помощи полупроводниковых лазеров.		ФТИ РАН, НИУ ИТМО, СПбНЦ РАН	Получение новых знаний и публикация научных результатов в области динамики полупроводниковых лазеров для получения сверхкоротких оптических импульсов, а также определения причин ограничения мощности при сверхвысоких уровнях токовой накачки в импульсном режиме и поиск путей их преодоления. Создание компактных и эффективных источников коротких лазерных импульсов для перспективных направлений в области обработки материалов и биомедицинских применений, включая генерацию белков теплового шока и лазерные адъюванты вакцин.	2017	2030			10000	10700	11400	12100	12800	13600	14400	15200	16000	16800	17600	18400	19200	20000
1.6.9	Твердотельные и газовые лазеры. Разработка новых конструкций твердотельных и газовых лазеров		НИУ ИТМО, СПбНЦ РАН	Создание новых конструкций твердотельных лазеров с полупроводниковой накачкой и системами управления и коррекции лазерных пучков большой энергии (мощности) для информационных систем и прецизионных технологических применений; газовых лазеров с оптической, в т.ч. солнечной, накачкой, предназначенных для обработки материалов и утилизации солнечной энергии;	2017	2030			10000	10700	11400	12100	12800	13600	14400	15200	16000	16800	17600	18400	19200	20000

				лазеров безопасного для глаз диапазона с диодной накачкой; нового поколения лазеров на основе параметрической генерации света для прецизионной хирургии; лидаров на основе малогабаритных твердотельных лазеров с диодной накачкой и генерацией гармоник.																		
1.6.10	Коллоидные квантовые точки. Разработка методов создания коллоидных квантовых точек и приборов на их основе.		ЛЭТИ НИУ ИТМОЮ ФТИ РАН, СПбНЦ РАН	Создание перспективных светоизлучающих приборов, дисплеев и солнечных элементов на основе коллоидных квантовых точек.	2017	2030			3000	3100	3200	3300	3400	3500	3500	3600	3700	3800	3900	4000	4000	4000
1.6.11	Квантово-каскадные лазеры. Разработка и исследование квантово-каскадных лазеров для среднего инфракрасного и терагерцового диапазонов.		ФТИ РАН СПбАУ Коннектор Оптикс, СПбНЦ РАН	Создание компактных и эффективных лазерных источников для систем высокоскоростной беспроводной связи в атмосфере, локации, мониторинга окружающей среды, медицинской диагностики и систем специального назначения.	2017	2030			3000	3100	3200	3300	3400	3500	3500	3600	3700	3800	3900	4000	4000	4000
1.6.12	Сверхфокусировка излучения многомодовых полупроводниковых лазеров. Разработка новых методов фокусировки многомодового лазерного излучения.		ФТИ РАН, СПбНЦ РАН	Получение новых знаний и публикация научных результатов, направленных на развитие т.н. «прямых» применений полупроводниковых лазеров за счет снятия непреодолимых до настоящего времени ограничений на предельно достижимый размер фокусного пятна многомодового луча.	2017	2030			2000	2140	2280	242	2560	2720	2880	3040	3200	3360	3520	3680	3840	4000
1.6.13	Метаматериалы, фотонные кристаллы и топологические изоляторы. Разработка и исследование метаматериалов, фотонных кристаллов и топологических изоляторов для управления потоками электромагнитного		ФТИ РАН, НИУ ИТМО, СПбНЦ РАН	Создание элементной базы нового поколения для оптических средств передачи, обработки и хранения информации, отличающихся	2017	2030			5000	5200	5400	5600	5800	6000	6200	6400	6600	6800	7000	7300	7500	8000

	излучения.			высоким (субпикосекундным) быстродействием, долговременной стабильностью характеристик, малым энергопотреблением, повышенной механической устойчивостью.																				
1.6.14	Компактные излучатели терагерцового диапазона. Разработка и исследование новых методов генерации терагерцового излучения.		ФТИ РАН, НИУ ИТМО, ЛЭТИ, СПбНЦ РАН	Создание новых систем медицинской диагностики, систем безопасности, экологического мониторинга и контроля качества, а также развитие применений терагерцового излучения во многих других областях науки и техники.	2017	2030			5000	5200	5400	5600	5800	6000	6200	6400	6600	6800	7000	7300	7500	8000		
3.1.1	Междисциплинарные исследования в области физики прочности и механики разрушения конструкционных материалов, формулировка на их основе критериев прочности и работоспособности элементов атомных реакторов различного типа, работающих в экстремальных условиях воздействия тепловых и нейтронных полей, жесткого электромагнитного излучения и агрессивных сред. <u>Этап 1.</u> Развитие локального подхода в механике разрушения кристаллических твердых тел на основе физико-математического моделирования на нано - и мезо - уровнях процессов деформирования и разрушения для материалов, работающих в экстремальных условиях.		Марголин Б.З. Зам. нач. отделения д.т.н., проф. ФГУП «ЦНИИ КМ «Прометей» ФГУП «ЦНИИ КМ «Прометей», СПбПУ Петра Великого, СПбГУ, ФТИ им. Иоффе, ИМАШ, ОКБ «Гидропресс», РНЦ «Курчатовский институт», ПИЯФ и др.	Современные технологии в области обеспечения безопасности элементов различных ответственных конструкций, в том числе АЭУ, конструкций арктического исполнения и оборудования для производства и транспортировки сжиженных газов, что обеспечит снижение риска техногенных катастроф. Критерии и модели хрупкого и вязкого разрушения, а также разрушения при ползучести, методы анализа поведения трещин в твердом теле, основанные на физических процессах и механизмах деформирования и повреждения с учетом деградации материалов, работающих в экстремальных условиях.	2017	2023			14000	15000	15000	16000												

<p><u>Этап 2.</u> Разработка критериев хрупкого разрушения и методов долгосрочного прогнозирования служебных характеристик конструкционных ферритных материалов на основе локального и глобального подходов с учетом деградации материалов при эксплуатации применительно к условиям работы оборудования АЭС.</p> <p><u>Этап 3.</u> Исследование процессов и разработка критериев стабильного и нестабильного разрушения и методов долгосрочного прогнозирования служебных характеристик конструкционных аустенитных материалов на основе локального и глобального подходов с учетом деградации материалов при эксплуатации применительно к условиям работы внутрикорпусных устройств реакторов типа ВВЭР нового поколения</p> <p><u>Этап 4.</u> Развитие методов прогнозирования прочности и долговечности конструкционных материалов аустенитного и ферритного классов в условиях ползучести при нейтронном облучении и разработка критериев предельных состояний для элементов конструкций, работающих при повышенных температурах в условиях нейтронного облучения (применительно к оборудованию АЭС с реакторами с жидкотеплоносителями).</p>	<p>ФГУП «ЦНИИ КМ «Прометей», СПбПУ Петра Великого, СПбГУ, ФТИ им. Иоффе, ИМАШ, ОКБ «Гидропресс», РНЦ «Курчатовский институт», ПИЯФ и др.</p>	<p>Методы долгосрочного прогнозирования служебных характеристик конструкционных ферритных материалов, подверженных радиационному воздействию и термическому старению, для усовершенствования методов расчета целостности, работоспособности и ресурса корпусов реакторов и другого ответственного оборудования АЭС.</p>	2017	2020				24000	24000	25000	26000													
	<p>ФГУП «ЦНИИ КМ «Прометей», СПбПУ Петра Великого, СПбГУ, ФТИ им. Иоффе, ИМАШ, ОКБ «Гидропресс», РНЦ «Курчатовский институт», ПИЯФ и др.</p>	<p>Методы долгосрочного прогнозирования служебных характеристик конструкционных аустенитных материалов, подверженных радиационному воздействию, для усовершенствования методов расчета целостности, работоспособности и ресурса компонентов ВКУ корпусов реакторов типа ВВЭР нового поколения.</p>	2017	2021				22000	25000	25000	27000	29000												
	<p>ФГУП «ЦНИИ КМ «Прометей» Другие участники: СПбПУ Петра Великого, СПбГУ, ФТИ им. Иоффе, ИМАШ, ОКБ «Гидропресс», РНЦ «Курчатовский институт», ПИЯФ и др.</p>	<p>Методы долгосрочного прогнозирования прочности и долговечности конструкционных материалов аустенитного и ферритного классов, подверженных воздействию высоких температур и нейтронного облучения, для развития и усовершенствования методов расчета целостности, работоспособности и ре-</p>	2018	2022					27000	27000	28000	28000	29000											

	<p><u>Этап 5.</u> Разработка и усовершенствование современных методов расчета прочности, работоспособности и ресурса элементов оборудования АЭС с реакторами разного типа с учетом деградации конструкционных материалов в процессе эксплуатации.</p>		<p>ФГУП «ЦНИИ КМ «Прометей» Другие участники: СПбПУ Петра Великого, СПбГУ, ФТИ им. Иоффе, ИМАШ, ОКБ «Гидропресс» и др.</p>	<p>сурса компонентов оборудования АЭС с реакторами типа БН. Методы расчета прочности, работоспособности и ресурса компонентов основного оборудования АЭС с реакторами типа ВВЭР, РБМК и БН с учетом технологии изготовления, эксплуатационного контроля и деградации конструкционных материалов в процессе эксплуатации.</p>	2019	2023					10000	12000	12000	12000	14000							
3.1.2	<p>Разработка инновационных принципов создания конструкционных материалов с заданными свойствами с учетом механизмов их повреждения и деградации при сверхвысоких дозах облучения для внутрикорпусных устройств и оболочек твэлов перспективных реакторов на тепловых и быстрых нейтронах с водяным, жидкометаллическим и газовым теплоносителями.</p> <p><u>Этап 1.</u> Разработка основных принципов создания конструкционных материалов ферритного и аустенитного классов с заданными свойствами на основе разработанных моделей деградации материалов и критериев предельных состояний для оборудования АЭС нового поколения</p>		<p>Карзов Г.П. проф., д.т.н., Зам. генерального директора ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей».</p> <p>ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей». ОАО «Ижорские заводы», ЗАО «Диаконт», «Северсталь», СПбПУ Петра Великого, ЛАЭС, Кольская АЭС, ОКБ «Гидропресс», НИИАР, ФЭИ, ПИЯФ и др.</p>	<p>Современные технологии в области разработки конструкционных материалов с заданными свойствами, предназначенных для работы в экстремальных температурно-силовых условиях эксплуатации и/или интенсивного радиационного воздействия.</p> <p>Основные методические принципы создания конструкционных материалов для оборудования АЭС с заданными свойствами на основе разработанных моделей деградации материалов и критериев предельных состояний с учетом технологии получения материалов и технологии изготовления оборудования с целью повышения надежности и ресурса оборудова-</p>	2019	2030					29000	29000	30000	30000	32000	32000						

	<p><u>Этап 2.</u> Формулировка критериев предельных состояний оболочек твэлов перспективных реакторов на тепловых и быстрых нейтронах с водным и жидкометаллическим теплоносителями на основе исследования основных механизмов радиационного повреждения с целью создания радиационно-стойких материалов, обеспечивающих требуемые служебные характеристики при сверхвысоких дозах нейтронного облучения.</p> <p><u>Этап 3.</u> Разработка принципов создания конструкционных материалов с заданными свойствами для элементов перспективных реакторов с жидкометаллическим и газовым теплоносителями.</p>		<p>ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» ОАО «Ижорские заводы», ЗАО «Диаконт», «Северсталь», СПбПУ Петра Великого, ЛАЭС, Кольская АЭС, ОКБ «Гидропресс», НИИАР, ФЭИ, ПИЯФ и др.</p> <p>ФГУП ЦНИИ КМ Институты-участники: ОАО «Ижорские заводы», ЗАО «Диаконт», «Северсталь», СПбПУ Петра Великого, ЛАЭС, Кольская АЭС, ОКБ «Гидропресс», НИИАР, ФЭИ, ПИЯФ и др.</p>	<p>Критерии предельных состояний оболочек твэлов перспективных реакторов на тепловых и быстрых нейтронах с водным и жидкометаллическим теплоносителями. Основные методические принципы создания радиационно-стойких материалов, обеспечивающих требуемые служебные характеристики при сверхвысоких дозах нейтронного облучения.</p> <p>Критерии предельных состояний для элементов проектируемых реакторов с жидкометаллическим и газовым теплоносителями. Научно-обоснованные принципы создания конструкционных материалов с заданными свойствами для элементов перспективных реакторов с жидкометаллическим и газовым теплоносителями.</p>	2022	2027									36000	37000	38000	38000	40000	40000				
					2025	2030												37000	37000	38000	38000	39000	40000	
3.2.1	Динамика структурных превращений в сплошных средах при экстремальных воздействиях техногенного и природного характера		<p>Руководитель проекта: Петров Ю.В. Чл.-корр. РАН Директор НИЦ «Динамика» ИПМаш РАН - СПбГУ</p> <p>Исполнители: СПбГУ, ИПМаш РАН, ФТИ им. А.Ф. Иоффе,</p>	Создание фундаментальных основ, методических принципов и практических методик, нормативной и испытательной базы для надежного прогнозирования поведения сплошных сред и конструкционных материалов при экстре-	2017	2030																		

	динамического поведения проектируемого объекта.			руссий. Практические рекомендации: по созданию новых конструкционных материалов и управлению их свойствами; по созданию новых нормативов в области строительства и проектирования объектов, устойчивых к ударным и взрывным воздействиям.																	
3.3.1	Создание научных принципов и разработка инновационной технологии получения композиционных порошковых материалов на основе управляемого механохимического синтеза и самораспространяющегося высокотемпературного синтеза для аддитивных технологий. <u>Этап 1.</u> Математическое моделирование процесса высокоскоростного взаимодействия частиц пластичного матричного материала с наночастицами высокой твердости.		Руководители работ: Орыщенко А.С. Генеральный директор ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» д.т.н., доцент Исполнители: ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей», СПб ПУ Петра Великого, СПб ГЭТУ «ЛЭТИ» им. Ульянова Ленина.	Расшифровка механизма взаимодействия матричного пластичного дисперсионного материала с высокотвердыми наноразмерными частицами при высокоскоростном ударно-волновом взаимодействии, создание научных принципов и разработка инновационной технологии получения композиционных наноструктурированных порошковых материалов на основе управляемого механохимического синтеза и самораспространяющегося высокотемпературного синтеза для аддитивных технологий на основе отечественного сырья.	2017	2024															
					2017	2018					10000	10000									

	<p><u>Этап 2.</u> Изучение физико-химических процессов гетерофазного синтеза композиционных наноструктурированных дисперсных объектов.</p> <p><u>Этап 3.</u> Оптимизация химического и фазового состава композиционных порошков и температурно-скоростных параметров гетерофазного синтеза их получения.</p> <p><u>Этап 4.</u> Разработка и освоение технологии получения композиционных наноструктурированных порошков и их адаптация для получения 3-d изделий сложной формы широкого спектра общего и специального применения с помощью аддитивных технологий.</p>				2019	2020					30000	30000													
					2021	2022							30000	30000											
					2021	2024							30000	30000	80000	80000									
3.3.2	Разработка физико-химических основ и высокоэффективных методов получения наноструктурированных композиционных функционально-градиентных покрытий (ФГП) с рекордно высокими механическими, термическими, адаптивными и коррозионностойкими свойствами для работы в экстремальных условиях.		<p>Руководители работ: Кузнецов П.А., д.т.н., начальник лаборатории ФГУП КМ «Прометей» Жабров В.А., чл.-корр. РАН, д.х.н., профессор Исполнители: ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей»; СПб ГЭТУ «ЛЭТИ» им. Ульянова Ленина.</p>	Создание фундаментальных основ и методических принципов формирования композиционных наноструктурированных функционально-градиентных покрытий с рекордно высоким комплексом управляемых свойств и разработка и освоение компьютеризированной технология их получения для перспективных изделий общего и специального назначения.	2017	2023																			

<p><u>1 этап.</u> Изучение функциональных зависимостей «состав-структура-технология-свойства» при формировании композиционных ФГП с помощью гетерофазного переноса.</p> <p><u>2 этап.</u> Построение математической и физической модели композиционных ФГП с управляемым комплексом свойств.</p> <p><u>3 этап.</u> Оптимизация температурно-скоростных параметров процесса гетерофазного переноса при формировании ФГП.</p> <p><u>4 этап.</u> Разработка и освоение технологии получения ФГП с управляемым комплексом свойств при создании инновационных изделий общего и специального назначений.</p>					2017	2019			40000	40000	40000												
					2020	2021						40000	40000										
					2021	2022							40000	40000									
					2022	2023								80000	80000								

3.3.3	<p>Изучение принципов создания метаматериалов на базе композиционных периодических (квазипериодических) структур, эффективно взаимодействующих с электромагнитным излучением широкого диапазона частот.</p> <p><u>1 этап.</u> Исследование и моделирование физических и физико-химических процессов формирования композиционных периодических (квазипериодических) структур для создания метаматериалов, обладающих отрицательной эффективной диэлектрической и/или магнитной проницаемостью, отрицательным показателем преломления.</p> <p><u>2 этап.</u> Исследование физических свойств композиционных метаматериалов, разработка теоретических основ и математических моделей для их описания, моделирование процессов взаимодействия метаматериалов на базе композиционных периодических (квазипериодических) структур с электромагнитным излучением широкого диапазона частот.</p> <p><u>3 этап.</u> Исследование возможностей применения метаматериалов на базе композиционных периодических (квазипериодических) структур для управления параметрами электромагнитного излучения (амплитудой, фазой, поляризацией прошедшей/отраженной электромагнитной волны) и частотной селекции.</p> <p><u>4 этап.</u> Исследование возможностей использования в составе композиционных метаматериалов сегнетоэлектрических, ферромагнитных или иных</p>	<p>Руководитель работ: Тупик В.А., д.т.н., профессор, проректор СПбГЭТУ "ЛЭТИ" им. В.И. Ульянова Ленина.</p> <p>Исполнители: СПбГЭТУ "ЛЭТИ" им. В.И. Ульянова Ленина; ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей»;</p>	<p>Обоснование научных принципов создания метаматериалов на базе композиционных периодических (квазипериодических) структур, эффективно взаимодействующих с электромагнитным излучением широкого диапазона частот. Разработка композиционных метаматериалов с заданными свойствами, в том числе на основе наноструктурированных и самоорганизующихся композиционных структур, для эффективного взаимодействия с электромагнитным излучением широкого диапазона частот. Создание основ технологии получения композиционных метаматериалов с заданными свойствами.</p> <p>Разработка метаповерхностей для формирования заданного фазового фронта электромагнитной волны с целью использования в качестве отражательных элементов и/или фокусировки электромагнитного излучения.</p>	2017	2025																			
				2017	2018		50000	50000																
				2019	2020				50000	50000														
				2021	2022						50000	50000												
				2023	2024								60000	60000										

	<p>включений с целью изменения эффективных параметров метаматериала (его диэлектрической и/или магнитной проницаемости) посредством приложения вторичных физических полей. Исследование возможностей применения сверхпроводников для уменьшения потерь энергии в метаматериалах на базе композиционных периодических (квазипериодических) структур</p> <p><u>5 этап.</u> Разработка и оптимизация технологии получения композиционных метаматериалов с заданными свойствами, в т.ч. на основе наноструктурированных и самоорганизующихся композиционных структур. Исследование и разработка метаповерхностей для формирования заданного фазового фронта электромагнитной волны с целью использования в качестве отражательных элементов и/или для фокусировки электромагнитного излучения.</p>				2024	2025										60000	100000							
3.3.4	<p>Разработка нового класса температуростойких полимерных композиционных материалов на основе наномодифицированных термопластичных матриц и полифункциональных покрытий для защитных экранов спецтехники от воздействия электромагнитного излучения. Разработка физико-химических основ создания антиобледенительных и радиационно-стойких покрытий для образцов новой техники (органически-кремниевые и реакционно связанные покрытия).</p>	<p>Руководители работ: Чл.-корр. РАН, д.х.н., В.А. Жабрев; профессор, д.т.н. Тупик В.А. Проректор СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,</p> <p>Исполнители: ФТИ им А.Ф. Иоффе РАН, СПбГТИ(ТУ), СПбГЭТУ «ЛЭТИ», ФГУП «Гидроприбор»</p>	<p>Новый класс температуростойких полимерных композиционных материалов на основе наномодифицированных термопластичных матриц и полифункциональных покрытий для защитных экранов спецтехники от воздействия электромагнитного излучения. Разработка физико-химических основ создания антиобледенительных градиентных и атмосферостойких радиационно-стойких дезактивируемых</p>	2017	2026																			

<p><u>Этап 1</u> Разработка способов надежного соединения термопластичных препрегов для получения в лабораторных условиях многослойных композиционных материалов для защитных экранов. Разработка технологических заделов получения материалов с защитными покрытиями, определение характеристик создаваемых композитов и их устойчивости к воздействию электромагнитного излучения в широком диапазоне частот. Изучение влияния на эти характеристики добавок наноразмерных частиц.</p> <p><u>Этап 2</u> Разработка опытной технологии получения непрерывного полотна препрега. Создание опытного оборудования позволяющего получать экспериментальные партии препрегов из углеродных, стеклянных, базальтовых, арамидных волоконных наполнителей с любыми типами термопластичных связующих.</p> <p><u>Этап 3</u> Разработка дезактивируемых радиационностойких термостойких органосиликатных композиций, проявляющих высокий уровень физико-механических и антикоррозионных свойств, обеспечивающих способность покрытий к дезактивации и тепло- и радиационную стойкость; низкие значения поверхностной энергии и высокое содержание гель-фракции, высокую адгезию к подложке.</p> <p><u>Этап 4</u> Разработка радиопрозрачных органосиликатных композиций с заданными диэлектрическими свойствами и стабильностью при высоких температурах. Определение влияния макроструктуры материала: наличие, размер и характер пор, геометрические формы и размеры образца.</p>			<p>покрытий и электроизоляционных покрытий с интервалом рабочих температур от минус 40 до 1200 оС для образцов новой техники. Технологический задел мелкосерийного производства органосиликатных покрытий в системах «полиорганосилоксаны – природные слоистые гидросиликаты – пигменты – наноразмерные функциональные добавки»</p>	2017	2018				30000	30000															
				2019	2021					50000	50000	50000													
				2022	2023									30000	30000										
				2024	2026												30000	30000	30000						

3.3.5	<p>Биосовместимые нанокompозиты для замены костной ткани</p> <p><u>Этап 1</u> Исследование стабилизации биоактивных металлических (золото, серебро) и оксидных наночастиц в акриловых композициях; исследование свойств полученных композиций; исследование бактериостатического и бактерицидного воздействия на культуры бактерий; изучение взаимодействия полученных композиций с живыми тканями.</p> <p><u>Этап 2</u> На базе результатов, полученных на 1 этапе, разработка синтеза фотополимеризуемых нанокompозитов, содержащих наночастицы благородных металлов, золота и серебра, а также оксидных наночастиц, с антимикробной активностью. Исследование процессов модификации поверхностей наночастиц различной природы (металлы, оксиды) для создания нанокompозитных систем с повышенной биосовместимостью. Исследование термомеханических, оптических, диэлектрических свойств нанокompозитов. Проведение исследований структурирования поверхности нанокompозита методами голографической литографии. Изучение влияния модификации поверхности на биосовместимость.</p> <p><u>Этап 3</u> Исследование химических и плазмохимических методов модификации поверхности, изучение бактериостатического и бактерицидного действия получаемых нанокompозитов. Модификация составов нанокompозита с целью приведения его механических параметров к величинам близким в параметрам костной ткани человека. Исследование процессов формирования поверхностных микро- и наноструктур на образцах нанокompозитов</p>		<p>Руководитель проекта: Денисюк И.Ю., д.ф.-м.н., проф., зав. каф. Инженерной фотоники НИУ ИТМО</p>	<p>Новый класс биосовместимых нанокompозиционных материалов, обеспечивающих формирование имплантатов формы методом 3D печати и предназначенных для замены поврежденных или отсутствующих фрагментов скелета и/или направленной регенерации костной ткани в ортопедии и черепно-челюстно-лицевой хирургии. Доклинические испытания элементов, имитирующих имплантат. Выработка рекомендаций по использованию имплантатов и нанокompозитов для их формирования в медицинской практике.</p>	2017	2030																	
					2017	2018			10000	10000													
					2019	2020					15000	15000											
					2021	2022							15000	15000									

	<p>элементов имитирующих имплантат и сформированных разработанными методами.</p> <p><u>Этап 7</u> Модификация поверхности имплантата методами плазмохимической обработки и комбинацией микроструктурирования и плазмохимии. Исследование процессов формирования поверхностных микро- и нано-структур на образцах имплантатов. Проведение натуральных экспериментов по бактериостатическому действию поверхности и объема нанокomпозиционного имплантата. Проведение доклинических испытаний элементов имитирующих имплантат. Выработка рекомендаций по использованию имплантатов и нанокomпозитов для их формирования в медицинской практике.</p>				2029	2030														20000	2000	
3.3.6	<p>Биоразлагаемые полимерные материалы для медицины</p> <p><u>Этап 1.</u> Создание сополимеров на основе акрилов и винилтетразолов. Моделирование полимерных матриц на основе акриловых сополимеров, синтезированных в рамках данной работы для создания абсорбирующих материалов. Проведение тестовых расчетов для сополимеров и фрагментов сеток с целью установления временных масштабов. Расчет отдельных факторов (степень сшивки, доли активных цепей, концентрации наполнителя, условий синтеза и т.п.), влияющих на харак-</p>		<p>Руководитель проекта: д.т.н. профессор Успенская М.В., руководитель Института Биоинженерии НИУ ИТМО</p>	<p>Новый класс биodeградируемых полимерных нанокomпозиционных материалов для медицины, претерпевающих структурные изменения под воздействием внешних условий и способных к биodeградации в естественных условиях. Расширение ассортимента исходных полимерных биodeградируемых материалов для регенеративной медицины, создание задела для разработок в области абсорбирующих изделий медицинского назначения для комплексного воздействия на раневой процесс. Обеспечение мер по реализации программ ресурсосбережения и защиты среды.</p>	2017	2028																
					2017	2018				14000	14000											

	<p>теристики полимерных композитов.</p> <p><u>Этап 2</u> Изучение закономерностей формирования полимерной структуры биodeградируемых сополимеров. Изучение физико-химических, физико-механических и биологических свойств получаемых материалов.</p> <p><u>Этап 3</u> Создание и исследование формирования полимерных нанокомпозиционных материалов, способных претерпевать структурные изменения под воздействием внешних условий, способных к биodeградации в естественных условиях.</p> <p><u>Этап 4</u> Изучение механизмов протекания процессов биodeградации.</p> <p><u>Этап 5</u> Подбор штаммов микроорганизмов и изучение биодеструкторов, применяемых в зависимости от внешних условий.</p> <p><u>Этап 6</u> Создание концепции «материал–внешние условия–биодеструктор»</p>				2019	2020				14000	14000											
					2021	2023						14000	14000	14000								
					2024	2025									14000	14000						
					2026	2027											14000	14000				
					2027	2028													12000	12000		
3.3.7	<p>Материалы с улучшенными функциональными характеристиками: свойства, применение, перспективы.</p> <p><u>Этап 1</u> Разработка метода теоретического описания деформации сплавов с памятью формы на медной основе. Разработка метода расчета устройств,</p>	<p>Руководитель проекта: академик Морозов Н.Ф., Зав. Кафедрой СПбГУ</p> <p>Исполнители: СПбГУ</p>	<p>Методы теоретического описания деформационного поведения, усталостных свойств и долговечности материалов с улучшенными функциональными характеристиками (сплавов с памятью формы, керамик, нанокомпозитов) и устройств с элементами из этих материалов как при квазистатических режимах работы, так и в условиях экстремальных интенсивных воздействий.</p> <p>Рекомендации по направлению изменению свойств этих материалов и</p>	2017	2030																	
					2017	2018				11000	11000											

<p>содержащих элементы из этих сплавов. Проведение исследований по обоснованному выбору эффективной модели получения наноструктурированного керамического композита с возможностью направленного регулирования механических свойств на основе разработанной модели. Развитие структурно-временного подхода для моделирования предельных состояний сплошных сред при нестационарных высокоинтенсивных динамических воздействиях в различных физических процессах.</p> <p><u>Этап 2</u> Разработка методов теоретического описания деформации сплавов с памятью формы на основе FeMn. Разработка метода расчета устройств, содержащих элементы из сплавов с памятью формы на основе FeMn. Разработка научных основ получения новых керамических наноструктурированных композиционных материалов. Создание новых численных схем расчета, позволяющих надежно предсказывать разрушение и фазовые превращения (напр. возникновение и развитие разрывов, пластического течения, плавления и т.д.) в сплошной среде под воздействием экстремальных нестационарных термомеханических воздействий.</p> <p><u>Этап 3.</u> Разработка методики создания наноструктурированных градиентных покрытий на поверхности керамики и методов моделирования влияния пленочного покрытия на поверхности наноструктурированного композита на прочностные свойства материала. Разработка методов расчета приводов и двигателей с элементами из сплавов с памятью формы, работающими в условиях неоднородного напряженного состояния. Создание нового элемента в конечно элементном пакете ANSYS с возможностью использования критерия инкубационного времени в качестве критерия разрушения.</p> <p><u>Этап 4</u></p>	их использованию.	2019	2021						11000	11000	11000											
		2022	2024					11000	11000	11000												
		2025	2027											11000	11000	11000						

	Исследование структуры и свойств пенообразных нанокомпозитов. Разработка моделей, позволяющих прогнозировать свойства пенообразного органического нанокомпозита с неорганическими включениями. Разработка методов расчета деформационного поведения микроактуаторов и сплавов с памятью формы. <u>Этап 5</u> Разработка методов расчета деформационного поведения, усталостных характеристик и долговечности новых перспективных материалов и элементов конструкций на их основе.				2028	2030														11000	11000	11000	
4.1	Техническое стекло. Технология, свойства, применение Этап 1 Создание и отработка опытно-промышленной технологии производства новых стекол и стекломатериалов с уникальными или заданными параметрами, перспективными для практического использования (легкоплавкие халькогенидные стекла для обнаружения дефектов алмазов и создания оптических элементов для оптических газовых сенсоров на основе оптопары "светодиод – фотодиод"; термохромные стекла; стекла и многослойные структуры на основе стекла для тонкопленочных солнечных модулей с повышенной эффективностью преобразования энергии солнечного излучения; стекловидные покрытия для электронной техники, оптики, катализа; пористые и нанокомпозитные стекломатериалы для аналитического приборостроения, плазмоники, лазерной техники, микро-, нано-, оптоэлектроники, интегральной и волоконной оптики.	3	ИХС РАН, директор института, академик В.Я. Шевченко; ИЦВО РАН, научный руководитель ИЦВО, академик Е.М.Дианов; АО «Научные приборы», научный руководитель В.Н.Соколов	1. Отработка опытно-промышленной технологии производства легкоплавких халькогенидных стекол. 2. Термохромное техническое стекло. 3. Стекловидные покрытия для электронной техники, оптики, катализа. 4. Пористые и нанокомпозитные стекломатериалы для аналитического приборостроения, плазмоники, лазерной техники, микро-, нано-, оптоэлектроники, интегральной и волоконной оптики	2017	2030	182 1 01 01011 01 1000 110																
					2017	2021			70000	70000	70000	70000	70000										
					2017	2021			50000	50000	50000	50000	50000										
					2021	2025							70000	70000	70000	70000	70000						
					2021	2026							10000	10000	10000	10000	10000	10000					

	<p>Этап 2 Разработка, создание и промышленное освоение нового поколения волоконных световодов для систем связи, волоконных лазеров и усилителей и волоконных датчиков» - получить опытные образцы новых устройств для электроники и оптических систем (волоконно-оптические измерители температуры на базе нанопористых стекол, предназначенные для промышленных систем мониторинга, а также для устройств противопожарной сигнализации; высококонтрастные оптические фазовые элементы с высоким изменением показателя преломления).</p> <p>Этап 3 Разработка сцинтиллирующих стекол с повышенной эффективностью детектирования нейтронов, альфа- и бета-частиц и продуктов деления радиоактивных материалов.</p> <p>Этап 4 Создание лабораторно-аналитической базы для фундаментальных исследований в области стеклообразных состояний вещества и технологических процессов производства стекломатериалов.</p>			<p>1. Разработка новых активных волоконных световодов.</p> <p>2. Разработка перспективных конструкций многосердцевинных волоконных световодов.</p> <p>3. Разработка волоконных световодов с поллой сердцевиной.</p>	2023	2027									80000	80000	80000	80000	80000				
					2025	2028											50000	50000	50000	50000			
					2025	2030											50000	50000	50000	50000	50000	50000	50000
					2017	2021			50000	50000	50000	50000	50000										
					2017	2021			100000	100000	100000	100000	100000										
4.2	<p>Разработка новых функциональных наноматериалов вида «ядро-оболочка» с применением нанотехнологии молекулярного наслаивания.</p> <p>1 этап Анализ достигнутых результатов в области создания материалов с применением метода молекулярного наслаивания. Проведение патентного</p>	3	СПбГТИ (ТУ), А.А. Малыгин, д.х.н. – Генеральный директор ООО «Химическая сборка наноматериалов», зав. Кафедрой «химической нанотехнологии и материалов электронной техники»	<p>Разработка режимов получения и создание экспериментальных образцов наноматериалов различного функционального назначения с повышенными эксплуатационными характеристиками, соответствующими мировому уровню, а в ряде случаев превышающими параметры зарубежных аналогов</p>	2017	2030	182 1 01 01011 01 1000 110																
					2017	2018			30000	30000													

<p>1 этап. Анализ достигнутых результатов в области аппаратного оформления нанотехнологии на принципах метода молекулярного наслаивания. Проведение патентного поиска в области создания установок молекулярного наслаивания. Выбор и обоснование основных направлений НИОКР</p> <p>2 этап. Разработка научных основ аппаратного оформления процесса молекулярного наслаивания</p> <p>3 этап. Приобретение необходимых комплектующих для различных вариантов установок МН</p> <p>4 этап. Разработка базовой комплектации установок проточного и вакуумного типов для проведения процесса молекулярного наслаивания</p> <p>5 этап. Разработка подходов и создание экспериментальных образцов реакторов молекулярного наслаивания применительно к обработке материалов различной геометрической формы и размеров</p> <p>6 этап. Создание экспериментальных демонстрационных образцов установок</p> <p>7 этап. Проведение НИОКР: эскизный проект, технический проект. Разработка бизнес-плана по ком-</p>	<p>ская сборка наноматериалов», зав. Кафедрой «химической нанотехнологии и материалов электронной техники»</p>	<p>наслаивания, проведены их испытания. Конструкторско-технологическая документация на промышленные установки в соответствии с конкретными областями их применения</p>	2017	2017				60000																
			2018	2019			60000	60000																
			2020	2020					80000															
			2021	2023						80000	80000	80000												
			2024	2025									60000	60000										
			2026	2027											60000	60000								
			2028	2029																	60000	60000		

	мерциализации установок молекулярного на- слаивания для различных областей твердофазно- го материаловедения 8 этап. Разработка конструкторско – технологической документации на установки молекулярного на- слаивания				2030	2030															60000	
4.4	Создание научных основ программируемого по- слойного синтеза (ППС) наноразмерных мате- риалов в условиях “мягкой” химии и применение полученных результатов для решения практиче- ски важных задач 1 этап Разработка и совершенствование новых высоко- эффективных лабораторных, полупромышленных и серийных промышленных установок для ППС широкого круга наноматериалов на поверхности как блочных, так и дисперсных подложек, в том числе установок по синтезу микротрубок ряда неорганических соединений 2 этап Создание научных основ ППС широкого круга неорганических и гибридных органических и неорганических материалов 3 этап Создание электродов высокоэффективных супер- конденсаторов (СК) нового поколения 4 этап Совершенствование метода ионного нашлаива- ния(ИН) и методов Коллоидного нашлаива- ния(КН) и ионно-коллоидного нашлаивания(ИКН) для создания широкого круга новых тонкопле- ночных материалов	3	ИХС РАН, профессор, д.х.н. О.А. Шилова; СПбГУ, проф., д.х.н. В.П. Толстой; Российский НИИ гематологии и трансфузио- логии ФМБА, проф. В.Н.Чеботкевич	Разработка научных основ программируемого послой- ного синтеза наноразмер- ных материалов в условиях “мягкой” химии и их при- менения для решения ак- туальных и практически важных задач. В ходе ре- ализации предлагаемой те- мы планируется создать 2 малых предприятия, кото- рые будут заниматься орга- низацией серийного произ- водства высокопроизводи- тельного оборудования для синтеза материалов мето- дами ППС, производством опытных партий новых нано- и микротубулярных структур широкого круга неорганических соедине- ний, включая ряд металлов и их оксидов, гидроксидов, сульфидов и фторидов, а также серийного производ- ства изделий физико- технического и биомеди- цинского назначений, в том числе высокоэффективные суперконденсаторы и сис- темы очистки биологиче- ских жидкостей.	2017	2030	182 1 01 01011 01 1000 110															
					2017	2020			10000	10000	10000	10000										
					2017	2020			10000	10000	10000	10000										
					2021	2023							8000	8000	8000							
					2024	2026										8000	8000	7000				

	5 этап Анализ эффективности работы разработанных установок и совершенствование их конструкций				2027	2030													7000	7000	8000	8000	
4.9	Синтез новых фотокатализаторов на основе слоистых оксидов для получения водорода из биоспиртов. 1 этап Синтез и исследование образцов слоистых перовскитоподобных оксидов 2 этап Целенаправленный синтез слоистых оксидов с внедренными в межслоевое пространство молекулами спиртов методом сольвотермальной обработки. Исследование образцов 3 этап Синтез композитных фотокатализаторов на основе полученных слоистых оксидов. Исследование фотокаталитической активности полученных композитных образцов	3	СПбГУ: Институт химии, кафедра химической термодинамики и кинетики, д.х.н., профессор И.А.Зверева; ИОНХ РАН, директор, д.х.н. Иванов В.к.	Разработка методологических основ высокоэффективного фотокаталитического получения водорода из биоспиртов. Разработка наиболее высокоэффективных фотокатализаторов для получения водорода из биоспиртов экологически безопасным и энергоэффективным способом, а также возможных путей к дальнейшему увеличению фотокаталитической активности в данном процессе	2017	2030	182 1 01 01011 01 1000 110																
					2017	2019		8000	8000	8000													
					2020	2025					8000	8000	8000	8000	8000	8000							
					2026	2030										8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	
4.11	Исследование кинетики и механизма электросинтеза, в том числе электрохимического фторирования в безводном фтористом водороде, перфторированных соединений с гетероатомами и функциональными группами 1 этап Литературный и патентный обзор. Исследование процесса ЭХФ органических соединений, а также процесса электросинтеза Кольбе. Создание проекта лабораторной установки 2 этап Создание лабораторной установки. Исследование процесса ЭХФ органических соединений. Разра-	3	ФГУП «РНЦ «Прикладная химия», первый заместитель генерального директора, директор Научно-производственного комплекса (НПК), к.х.н. Н.Г.Зубрицкая; ФГУП «РНЦ «Прикладная химия», нач. лаб. 812, к.х.н. В.А.Маталин	Разработка конструкции установки для изменения параметров процессов ЭХФ. Создание математических моделей теплообмена для электролитно-перфторированных сред. На втором этапе будет разработана математическая модель протекания реакций фторирования органических соединений, в том числе кислород- и азотсодержащих, а также с другими гетероатомами и	2017	2030	182 1 01 01011 01 1000 110																
					2017	2018		11000	11000														
					2019	2020				11000	11000												

	<p>ботка математической модели протекания реакций фторирования органических соединений, в том числе кислород- и азотсодержащих, а также с другими гетероатомами и функциональными группами</p> <p>3 этап Разработка и верификация моделей реакторов фторирования при получении продуктов со значительно отличающимися физико-химическими свойствами. Установление механизмов ЭХФ ряда длинноцепных органических соединений, их энергетических барьеров, предшествующих и последующих реакций. Исследование возможности получения из полученных перфторированных соединений широкого ряда различных производных соединений, а именно компонентов химических источников тока, поверхностно-активных веществ нового поколения, компонентов кровезаменителей и т.д. Отработка процессов на лабораторной установке и методик отбора проб в процессе электрохимического фторирования, а также наработка образцов, имеющих описанную аналитическую историю</p> <p>4 этап Масштабирование процессов фторирования и разработка укрупненной установки. Наработка образцов продуктов</p>			<p>функциональными группами. На третьем этапе – будет отработана методика отбора проб в процессе электрохимического синтеза, а также созданы образцы, имеющих описанную аналитическую историю. Установление механизмов ЭХФ ряда длинноцепных органических соединений, их энергетических барьеров, предшествующих и последующих реакций.</p> <p>На четвертом этапе – получены продукты электрохимического синтеза на созданной установке в количествах, достаточных для анализа соотношения модификаций целевых продуктов в зависимости от установленных параметров синтеза.</p>	2021	2023						11000	11000	11000								
					2024	2030							11000	11000	11000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	

5.1.2	Разработка интеллектуального пространства обмена инновационными решениями на базе облачных технологий.		СПИИРАН, д.т.н., проф. Воробьев В.И.	<p>1. Когнитивные методы обработки не структурированной информации. Базы знаний инновационных решений. Многоуровневая интеллектуальная система поиска информации в базе знаний.</p> <p>2. Программное и информационное обеспечение средств автоматизации и управления физическими и виртуальными ресурсами облачной среды. Сервисы интеллектуального информационного пространства облачной среды.</p> <p>3. Модели и методы безопасного доступа в программные модули интегрированной корпоративной информационной системы. Методики тестирования облачной среды,</p> <p>4. Методы управления потоками данных в инфокоммуникационных системах, Модели оценки рисков информационной безопасности в распределенных вычислительных сетях.</p> <p>5. Система защиты информационного взаимодействия в среде облачных вычислений. Ситуационные модели управления техни-</p>	2017	2030			3000	3000	4000											
-------	--	--	---	--	------	------	--	--	------	------	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

				ческими системами.																		
5.1.3	Создание информационно-поисковой системы для научно-технического сегмента Интернет		СПИИРАН, д.т.н., проф. Кулешов С.В.	<p>1. Разработка концептуальных основ и методологии работы системы полнотекстового и семантического поиска в сети Интернет и интеллектуальной обработки текстовых данных и научного цитирования.</p> <p>Комбинированные методы и алгоритмы интеллектуальной обработки поисковых запросов в системах научно-технического поиска. Подсистема автоматической предобработки тематической области поискового запроса с использованием методов построения семантического окружения текста, оценки качества текстов, отнесения текстов к антологии, выявления вероятного первоисточника на основе инфологического подхода.</p> <p>2, Система аналитического мониторинга ресурсов научно-технического сегмента сети Интернет для создания классификаторов</p>	2017	2025			3000	5000												
											7000	7000										

				<p>тематических областей и автоматического отнесения поискового запроса к конкретной тематической области.</p> <p>3.Разработка универсальной архитектуры построения поисковых систем для различных тематических областей научно-технического сегмента сети Интернет. Методы тестирования, верификации и оценки релевантности при работе поисковых систем.</p> <p>4.Программно-аппаратная платформа интеграции системы с внешними информационными источниками и системами научного цитирования. Создание задела в области проектирования и эксплуатации разработанной системы в условиях глобального развития интеллектуального пространства при снижении качества доступного контента.</p>										7000	5000									4000	6000	6000							
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	------	--	--	--	--	--	--	--	--	------	------	------	--	--	--	--	--	--	--

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

1.3.1.	Экспериментальные исследования и феноменологическое описание адронов и сильных взаимодействий.		ПИЯФ; СПбГУ; СПбГПУ; СПбНЦ РАН	Получение новых знаний и публикация научных результатов, отражающих углубленное понимание свойств сильных взаимодействий и описывающей их Квантовой Хромодинмики (КХД). Выявление и моделирование тех следствий КХД, которые не поддаются пока прямым расчетам. Приложения к проблеме генерации космических лучей и их влияния на процессы и объекты в космосе, к созданию атомных реакторов с запуском от ускорителя, и др.	2017	2030			20000	21400	22800	2420	25600	27200	28800	30400	32000	33600	35200	36800	38400	40000
1.3.2.	Экспериментальные исследования и феноменологическое описание электромагнитных и слабых взаимодействий адронов и лептонов.		ПИЯФ; СПбГУ; СПбГПУ; СПбНЦ РАН	Завершение формулировки Стандартной Модели взаимодействий элементарных частиц, уточнение ее параметров. Описание структуры необходимого для нее и лишь недавно открытого Хиггсовского сектора; понимание механизмов смешивания кварков и лептонов. Приложения к физике космических лучей, к астрофизике (в частности, к описанию Солнца и сверхновых звезд), к дистанционному контролю атомных реакторов, к зондированию внутренней Земли, и др.	2017	2030			20000	21400	22800	2420	25600	27200	28800	30400	32000	33600	35200	36800	38400	40000
1.3.3.	Поиски явлений и изучение физики за пределами Стандартной Модели элементарных частиц. Поиски нейтрон-антинейтронных переходов		ПИЯФ; СПбГУ; СПбГПУ,	Получение новых знаний и публикация научных результатов, направленных на	2017	2030			20000	21400	22800	2420	25600	27200	28800	30400	32000	33600	35200	36800	38400	40000

	и/или распада протона. Поиски безнейтринных двойных бета-распадов и/или аналогичных процессов (например, двойных К-захватов). Поиски и изучение новых типов нейтрино, например, тяжелых и/или стерильных. Поиски суперсимметрии и связанных с ней частиц. Поиски новых промежуточных бозонов и других неожиданных частиц. Поиски "Великого Объединения" (с более высокой симметрией, чем в Стандартной Модели). Поиски эффектов гравитации, классической и/или квантовой, в мире элементарных частиц. Прямые и косвенные поиски Темной Материи. Выяснение природы Темной Энергии.		ФТИ РАН, СПбНЦ РАН	выявление границ применимости Стандартной Модели. Определение возможных путей расширения ее или выхода за ее пределы.																			
1.3.4.	Теоретические исследования возможностей описания микромира. Построение и исследование различных квантово-полевых и других моделей. Изучение роли размерности пространства, а также различных методов квантования и регуляризации. Суммирование рядов диаграмм Фейнмана и изучение их поведения в различных предельных случаях (в том числе, при высокой энергии). Выявление связей (дualности) между различными моделями. Поиски путей описания конфайнмента в неабелевых калибровочных теориях.		ПИЯФ, СПбГУ, СПбГПУ, СПбНЦ РАН	Получение новых знаний и публикация научных результатов, направленных на выявление новых возможностей построения последовательной самосогласованной теории для описания свойств и взаимодействий элементарных частиц, Темной Материи и других объектов микромира.	2017	2030			10000	10700	11400	12100	12800	13600	14400	15200	16000	16800	17600	18400	19200	20000	
1.4.1.	Изучение структуры атомных ядер. Прецизионные измерения масс и других характеристик ядер (времена жизни, свойства возбужденных состояний, вероятности переходов, распределение ядерной материи и т.п.). Исследования ядер вдали от полосы стабильности. Изучение влияния ядерной среды на свойства нуклонов и других адронов внутри ядра. Развитие оболочечной и коллективных моделей описания атомных ядер, микроскопического описания коллективных степеней свободы и их взаимодействия с одночастичными степенями свободы. Экспериментальное и теоретическое изучение свойств адронных атомов и мезоатомов. Влияние ядерной сверхтекучести на свойства ядер, в том числе сверхтяжелых и удаленных от		ПИЯФ, СПбГУ, СПбГПУ, ФТИ РАН, ВНИИМ, СПбНЦ РАН	Получение новых знаний и публикация научных результатов, связанных с определением верхней границы массы нейтрино с точностью лучше 10 эВ. Углубление понимания структуры ядер при малых энергиях как систем взаимодействующих нуклонов (и, возможно, других адронов). Приложения ядерно-физических методов к астрофизике (нуклеосинтез, энергетические циклы звезд, структура и свойства	2017	2030			10000	10700	11400	12100	12800	13600	14400	15200	16000	16800	17600	18400	19200	20000	

	полосы стабильности. Изучение симметрии и хаоса в ядерной физике.			нейтронных звезд, процессы в сверхновых, и т.п.), к энергетике (например, создание атомных реакторов, инициируемых пучком ускорителя), и др. Установление границ стабильности атомных ядер. Повышение точности и предсказательной силы теоретического описания свойств атомных ядер. Разработка на основе ядерной физики критерия квантовой хаотичности и поиск квантового хаоса в других квантовомеханических системах.																		
1.4.2.	Изучение горячей ядерной материи. Участие в экспериментах по взаимодействию ядер (или отдельных адронов) с ядрами при высоких и сверхвысоких энергиях, на ускорительных установках (в частности, на больших коллайдерах) или с использованием космических лучей. Детальное изучение свойств конечного состояния при таких взаимодействиях (множественности, струи, флейворный состав, угловые распределения и др.) и их зависимости от параметров начального состояния.		ПИЯФ, СПбГУ, СПбГПУ, СПбНЦ РАН	Получение новых знаний и публикация научных результатов, направленных на развитие представлений о ядрах (и даже отдельных нуклонах) как сгустках новой формы материи - горячей ядерной жидкости. Выяснение свойств этой жидкости при сверхвысоких давлениях и температурах. Развитие методов квантовой статистики для описания горячих ядер. Возможные приложения, например, к астрофизике, в частности, для описания свойств Вселенной на ранней стадии ее развития после Большого Взрыва.	2017	2030			20000	21400	22800	2420	25600	27200	28800	30400	32000	33600	35200	36800	38400	40000
1.4.3.	Исследования ядерных реакций и процессов деления в широком диапазоне энергий и масс. Поиски и изучение корреляций вторичных частиц при спонтанном и/или инициированном рас-		СПбГУ; ФТИ, ПИЯФ; Радиевый институт,	Определение механизмов и динамики реакций с нуклонами и атомными ядрами (в том числе нестабильными).	2017	2030			20000	21400	22800	2420	25600	27200	28800	30400	32000	33600	35200	36800	38400	40000

	<p>щеплении (делении) ядер. Исследование подпорогового рождения адронов на ядрах. Изучение глубоко-неупругого рассеяния на ядрах, в особенности, в кинематически "запрещенной" области $x > 1$.</p> <p>Получение и использование ускоренных пучков нестабильных ядер, в том числе для ядерно-спектроскопических исследований.</p> <p>Изучение свойств нейтроноизбыточных ядер в реакциях с легкими и тяжелыми (в том числе нейтроноизбыточными) ионами.</p> <p>Изучение реакций, важных для астрофизических исследований. Изучения механизмов взаимодействия ядер в условиях первичного нуклеосинтеза и проверки существующих на сегодняшний день сценариев нуклеосинтеза. Развитие моделей, позволяющих описывать низколежащие подбарьерные резонансы, ядерные реакции, протекающие при низких и сверхнизких энергиях.</p>		СПБНЦ РАН	<p>Определение слабой нейтральной константы из асимметрии в реакции поляризованных холодных нейтронов на легких ядрах. Новые теоретические и экспериментальные данные о сечениях образования нейтроноизбыточных изотопов Th, U и Pu и их делительных характеристиках. Построение моделей для предсказания свойств новых нейтроноизбыточных нуклидов, делительных характеристик и сечений образования нейтроноизбыточных нуклидов в реакциях многоклонных передач.</p> <p>Вычисление выходов реакций, имеющих приложение к астрофизическим задачам с применением модифицированных моделей для описания прямых реакций. Определение положений подбарьерных резонансов для легких ядер. Определение спектроскопических факторов и асимптотических нормализационных коэффициентов для изучаемых реакций.</p>																		
1.4.4.	<p>Применение ядерно-физических методов для решения фундаментальных и прикладных задач в смежных областях.</p> <p>Применение статистических методов, развитых в ядерной физике, к системам нано-размера. Рентгеновская и гамма-спектроскопия термоядерной плазмы. Создание таблиц и баз данных свойств</p>		СПбГУ, ФТИ РАН, Радиевый институт, ПИЯФ, ВНИИМ, СПБНЦ РАН	<p>Описание термодинамических свойств наносистем, в том числе возможности возникновения в них высокотемпературной сверхпроводимости. Разработка методов детектирования</p>	2017	2030			20000	21400	22800	2420	25600	27200	28800	30400	32000	33600	35200	36800	38400	40000

	радионуклидов, создание справочников оценённых данных. Изучение дифракции излучений, электронов и нейтронов в кристаллах и разработка кристалл-дифракционных методов исследования. Исследование эффектов каналирования элементарных частиц в кристаллах. Применение ядерно-физических методов в медицине (исследование циклотронных и реакторных методов получения медицинских радионуклидов, развитие методов адронной терапии, медицинской радиографии). Нейтронные исследования конденсированных сред на реакторе ПИК.			состояния плазмы в установках типа «Токамак». Постоянно обновляемые базы данных и таблицы свойств радионуклидов. Создание кристалл-дифракционных спектрометров с более высокими характеристиками. Разработка новых методов получения радиофармпрепаратов и новых методов диагностики и лечения заболеваний. Исследования на реакторе ПИК позволят нейтронными методами изучить кристаллическую структуру материалов, атомную динамику, магнитные явления и фазовые переходы в конденсированных средах, процессы в жидкостях и аморфных веществах, свойства полимеров, поверхностей, атомных кластеров и наноструктур, биологических объектов на молекулярном уровне.																					
1.4.5	Исследования проблем ядерной энергетики. Ядерные технологии.		Радиевый институт ПИЯФ, СПбНЦ РАН	Получение новых знаний и публикация научных результатов, связанных с созданием информационного обеспечения (расчеты и измерения ядерных констант), достаточного для успешного осуществления проекта жидкосолевого ядерного реактора, управляемого ускорителем заряженных частиц.	2017	2030			30000	31000	32000	33000	34000	35000	36000	37000	38000	39000	40000	41000	42000	43000			

				Установление сходства и различия свойств веществ, выстроенных из элементов разного изотопного состава. Изучение возможных запретов на перенос энергии, обусловленных сверхтонкими взаимодействиями, в средах, содержащих элементы разного изотопного состава. Создание новых технологий разделения изотопов на основе фотохимических реакций.																		
1.5.1	Физика полупроводников и полупроводниковых гетероструктур.		ФТИ РАН, СПбГУ, СПбПУ, НИУ ИТМО, АУ НОЦНТ, СПбНЦ РАН	Создание полупроводниковых структур с заданными физическими свойствами. Открытие новых оптических и транспортных эффектов.	2017	2030			20000	21400	22800	2420	25600	27200	28800	30400	32000	33600	35200	36800	38400	40000
1.5.2	Физика твердотельных наносистем. Получение нанобъектов и изучение их физических свойств.		АУ НОЦНТ, ФТИ РАН, ИВС РАН, СПбНЦ РАН	Создание наноматериалов и наноструктур. Обнаружение новых физических эффектов, обусловленных нанометровыми размерами системы.	2017	2030			20000	21400	22800	2420	25600	27200	28800	30400	32000	33600	35200	36800	38400	40000
1.5.3	Магнетизм и спинтроника. Управление спинами и намагниченностью в конденсированных средах. Создание магнитных материалов.		ФТИ РАН, СПбГУ, НИУ ИТМО, ПИЯФ, СПбНЦ РАН	Демонстрация возможности управления спиновыми и магнитными свойствами конденсированных сред оптическими, магнитными и электрическими способами.	2017	2030			10000	10700	11400	12100	12800	13600	14400	15200	16000	16800	17600	18400	19200	20000
1.7.1	Физика высокотемпературной плазмы и управляемый ядерный синтез. Участие России в программе Международного экспериментального токамака-реактора (ИТЭР) - разработка методов нагрева, генерации стационарного тока и диагностики высокотемпературной плазмы.		ФТИ РАН, НИИЭФА, СПбНЦ РАН	Развитие методов микроволновой диагностики для крупномасштабных установок, включая токамак-реактор ИТЭР в режиме термоядерного горения. Моделирование и оптими-	2017	2030			10000	10700	11400	12100	12800	13600	14400	15200	16000	16800	17600	18400	19200	20000

	Разработка альтернативных систем управляемого термоядерного синтеза с магнитным удержанием (сферические токамаки, токамаки с сильным полем, стеллараторы, прямые магнитные ловушки).			зация сценариев разряда ИТЭР на сферическом токамаке «Глобус-М». Разработка нейтронных источников для лабораторных исследований процессов деградации элементов конструкций, первой стенки и blankets токамака-реактора ИТЭР в условиях интенсивного нейтронного облучения.																		
1.7.2	Физика низкотемпературной плазмы. Управление параметрами низкотемпературной плазмы с большим удельным энерговыделением, в интересах новых технологий.		ФТИ РАН, ИЭЭ РАН, НИИЭФА, СПбГУ, СПбГПУ, СПбНЦ РАН	Получение новых знаний и публикация научных результатов, направленных на совершенствование методов создания импульсной и квазистационарной неравновесной низкотемпературной плазмы с большим удельным вкладом энергии на единицу массы газа. Исследование плазменных микрополей, динамики низкотемпературной плазмы в условиях интенсивной эмиссии заряженных частиц из плазмы и транспортировки сильноточных пучков через плазму. Разработка плазменных технологий для создания новых, в том числе композиционных и наноструктурированных, материалов с заданными физико-химическими свойствами. Разработка и создание источников плазмы и заряженных частиц с заданными физическими свойствами.	2017	2030			20000	21400	22800	24200	25600	27200	28800	30400	32000	33600	35200	36800	38400	40000

				ми.																		
1.7.3	Пламенные процессы в геофизике и астрофизике. Динамика плазмы, ускорение частиц и генерация электромагнитного излучения в астрофизической плазме. Исследование электрических явлений в атмосфере.		ФТИ РАН, ГАО РАН, ИПА РАН, СПбГУ, СПбФ ИЗМИРАН, СПбНЦ РАН	Получение новых знаний и публикация научных результатов, направленных на определение основных параметров плазмы и физических процессов в межпланетной и межзвездной среде, областях звездообразования, магнитосферах нейтронных звезд и черных дыр. Построение моделей аккреционных дисков, источников гамма-всплесков, микроквazarов и активных ядер галактик. Разработка методов диагностики воздействия высокоэнергичных геофизических процессов на ионосферу, исследования влияния высотных электрических разрядов (спрайтов, эльфов) на ионосферу, генерации тепловых структур в запыленной плазме нижней ионосферы, воздействия атмосферной волновой динамики на ионосферу.	2017	2030			10000	10700	11400	12100	12800	13600	14400	15200	16000	16800	17600	18400	19200	20000
2.1	Разработка физико-химических основ энергетической утилизации органо-содержащих и углеродосодержащих отходов		Академик РАН, проф. Федоров М.П., президент Санкт-Петербургского Политехнического университета Петра Великого	1. Автоматизированный модуль для оценки эмиссий метана на техногенных объектах с целью энергетического использования. 2. Создание тандемной системы, включающей низкотемпературную и высокотемпературную части с замкнутым энергетическим циклом и регенерацией те-	2017	2030	1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 2 (1-4),		2000													

			<p>пла для получения электрической и тепловой компоненты.</p> <p>3. Изучение и оптимизация параметров процессов использования топлива в тандемной установке, отработки вариантов технологических решений, создания когенерационных установок для производства электрической и тепловой энергии.</p> <p>4. Создание макета системы автономного энергообеспечения на базе топливных элементов, потребляющих водородосодержащее топливо с высоким коэффициентом его использования.</p> <p>5. Методологическое сопровождение научных исследований, постановка задачи по типам рассматриваемого топлива, режимам электрохимических и кинетических экспериментальных исследований, термодинамическим расчетам, подбору и обоснованию позиций рассматриваемых тандемных систем.</p> <p>6. Лабораторный комплекс эффективного получения электрической и тепловой составляющей в тандемных системах на основе топлив-</p>							3000															
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

				<p>ного теплового баланса по высокотемпературной и низкотемпературной части за счет внутреннего энергетического ресурса системы. Оценка эффективности вариантов тандемных систем в целом по электрическим и тепловым показателям эффективности и с учетом количества низкотемпературного неконвертируемого тепла.</p> <p>14. Интеграция всех подсистем контуров тандема, подтверждение оптимальных параметров и интерпретация контроля обратной задачи по управлению тандемной системой. Разработка научной концепции инновационной конфигурации тандема FC-IGCC на основе топливных элементов с включением парогазовой установки с внутренней циклической газификацией (IGCC - integrated gasification combined cycle) на моделируемой платформе Apfis с низким уровнем выбросов.</p>																	3000
4.5	Разработка научно-технических основ применения сверхпроводниковых, магнитомягких, магнитотвердых и изоляционных наноструктурированных материалов для создания высокоэффективных систем получения, передачи, распределения и потребления электрической энергии с учетом изменяющихся подходов и технических решений по проблемам энергосбережения в Санкт-	3	ИХС РАН, член-корр. РАН Л.И. Чубраева; НИИЭФА им. д.В. Ефремова, д.т.н., проф. О.Г. Филатов; Институт проблем электрофизики и энергетики РАН, академик В.Ю. Хомич; Физико-технический институт им.	Обоснование направлений совершенствования характеристик наноструктурированных материалов для получения максимального эффекта при создании энергосберегающего сверхпроводникового оборудо-	2017	2030	182 1 01 01011 01 1000 110														

	<p>Петербурге и Северо-Западном промышленном регионе.</p> <p>1 этап Создание длинномерных ленточных материалов из высокотемпературного сверхпроводника на основе иттрия поколения 2G</p> <p>2 этап Разработки и исследования по созданию новых типов постоянных магнитов, которые могут работать при температурах жидкого водорода и неона (порядка 20 К).</p> <p>3 этап Совершенствование ленточных аморфных сплавов</p> <p>4 этап Создание принципиально новых теплоизоляционных материалов и покрытий</p> <p>5 этап Создание опытно-промышленных образцов энергосберегающих устройств и комплексов и создание демонстрационной зоны</p>		<p>А.Ф. Иоффе, академик РАН И.В. Грехов; филиал ЦНИИСЭТ ФГУП «Крыловский ГИИ», д.т.н. проф. Г.Н. Цицикян; ОАО «Силловые машины», член-корр. РАН Ю.к. Петреня</p>	<p>вания для систем получения, передачи, распределения и потребления электрической энергии. Создание научных основ построения комплексов сверхпроводникового оборудования на основе использования наноструктурированных электропроводящих, магнитомягких, магнитотвердых, электро- и теплоизоляционных материалов. Создание и исследование опытно-промышленных образцов энергосберегающих устройств. Создание демонстрационной зоны, объединяющей эти устройства и показывающей эффективность их практического использования.</p>	2017	2019			10000	10000	10000													
4.6	<p>Новые подходы жидкофазного синтеза для развития ресурсосберегающих электрохимических технологий: разработки конструктивных элементов эффективных устройств хранения и преобразования химической энергии в электрическую.</p> <p>1 этап Синтез протонообменных мембран с нанесением каталитических слоев и тестированием полученного материала и измерение параметров работы ТЭ для ТПТЭ</p> <p>2 этап Разработка твердых электролитов с протонной</p>	3	<p>ИХС РАН, Зав. Отделом химических проблем энергетики д.т.н. Кручинина И.Ю., зав. Лаб., д.х.н. профессор О.А. Шилова; ИВС РАН, главный научный сотр., зав. лаб., д.ф.-м.н. Г.к. Ельяшевич; Физтех РАН, Руководитель Центра физики наногетероструктур, – доктор физ.-мат. наук, член-корреспондент РАН П.С. Копьёв; СПбГЭТУ</p>	<p>Разработка стратегии и методов направленного синтеза новых композиционных материалов с заданными физико-химическими и электрофизическими характеристиками для высокоэффективных устройств современной энергетики – будут созданы мембраны, каталитические слои, твердые электролиты и электроды на единой технологической основе – методе</p>	2017	2030	182 1 01 01011 01 1000 110		15000	15000														
					2017	2018				15000	15000													
					2018	2019				15000	15000													

	<p>кислородной проводимостью для ТОТЭ с созданием экспериментальных образцов для дальнейшего планирования научно-обоснованного синтеза</p> <p>3 этап Разработка твердых электролитов с протонно-кислородной проводимостью для ТОТЭ</p> <p>4 этап Синтез нанокерамических ионных или ионнопротонных твердые электролитов для твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ) и тестирование полученных твердых высокотемпературных оксидных электролитов в рабочих ячейках модельных топливных элементов в условиях, приближенных к реальным</p> <p>5 этап Разработка новых наноконпозиционных материалов на основе оксидов нестехеометрического состава, обладающих каталитическими свойствами, ионно-электронной проводимостью (цирконаты, хромиты, никелаты, оксиды вольфрама, ванадия и их композиты) и их тестирование</p> <p>6 этап Создание принципиально новой электрохимической роботизированной установки с использованием программ Simulink, Arduino, Raspberry Pi для синтеза новых материалов методом анодного окисления металлов, электроосаждения, электрофореза</p>		<p>«ЛЭТИ», проректор, д.т.н. Тупик В.А.; И ЭЭ РАН, член-корр. РАН Чубраева Л.И.); Агрофизический институт, зам. директора, к.б.н. Хомяков Ю.В.; Крыловский государственный научный центр, филиал ЦНИИ СЭТ, нач. отдела главн. конструктора направления водородной энергетики Касаткин М.А.; АО «Научные приборы», технический директор Николаев В.И.; ГУМРФ им. Адмирала С.О. Макарова, профессор, член-корр. Академии инженерных наук РФ, д.т.н. Шишкин В.А.</p>	<p>твёрдофазного контролируемого синтеза, позволяющего регулировать процессы формирования структуры материалов на молекулярном и наноуровнях.</p> <p>После апробации разработанных технологий и создания опытных образцов результаты планируется применить для решения актуальных практически важных задач путем внедрения устройств высокоэффективного преобразования химической энергии в электрическую и современных систем хранения энергии нуждаются судавозки газовых месторождений, скоростные железные дороги</p>	2020	2022						10000	10000	10000													
					2023	2025								8000	8000	8000											
					2026	2028											8000	8000	8000								
					2029	2030																			7000	7000	
4.8	<p>Гибридные энергозапасующие материалы для литий ионных батарей на основе соединений переходных металлов, проводящих полимеров и углеродных добавок</p> <p>1 этап Разработки материалов с повышенными емкост-</p>	3	СПбГУ: Институт химии, кафедра электрохимии, зав. кафедрой, проф. Кондратьев В.В.	<p>Разработка новых способов химического синтеза композитных металл-полимерных материалов для литий ионных батарей.</p> <p>Разработка основных принципов формирования электродных материалов со</p>	2017	2030	182 1 01 01011 01 1000 110																				
					2017	2020			6000	6000	6000	6000															

	<p>ными характеристиками и высокой плотностью энергии.</p> <p>2 этап Разработки гибких материалов для автономных химических источников тока на основе электроно- и ионо-проводящих полимеров, формирование материалов с особыми механическими свойствами, гибкостью, способностью к растяжению</p> <p>3 этап Разработки новых материалов и электролитов для литий ионных источников энергии с повышенным напряжением и расширенными диапазонами рабочих температур. Технологическая часть проекта. Разработки и испытания материалов в макетах</p>			сложным составом и структурой, обеспечивающих достижение оптимальных характеристик гибридных катодных материалов.	2021	2024								6000	6000	6000	6000							
					2025	2030										5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	
4.10	<p>Исследование процесса неструктивного фторирования элементным фтором твердых ароматических углеводородов для получения перфторированных органических соединений</p> <p>1 этап. Литературный и патентный обзор. Создание лабораторной установки. Исследование процесса неструктивного фторирования ряда газообразных углеводородов, а также нафталина с получением ПФд.</p> <p>2 этап. Исследование процесса неструктивного фторирования твердых порошкообразных органических соединений, в том числе полимерных, а также азот- и кислородсодержащих. Разработка математической модели протекания реакций. Разработка и верификация моделей реакторов фторирования.</p> <p>3 этап. Исследование неструктивного фторирования широкого ряда жидких органических соединений, в том числе жидких парафинов, а также гид-</p>	3	ФГУП «РНЦ «Прикладная химия», нач. отдела 70 Мухортов д.А.	Формирование методологических основ разработки промышленной технологии ПФД и озонобезопасных технологий производства фторорганических продуктов на основе полученного научного задела в настоящее время.	2017	2030	182 1 01 01011 01 1000 110																	
					2017	2019			7000	5000	5000													
					2020	2024						5000	5000	5000	5000	5000								
					2025	2030										5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000		

	рохлорфторуглероводородов. Обобщение полученных результатов. Выдача рекомендаций для дальнейших исследований																					
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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

4.7	<p>Синтез и исследование свойств физиологически активных производных природных соединений и их аналогов.</p> <p>1 этап Проведение анализа литературы на тему: синтез, свойства и биологическая активность гетероциклических производных тритерпеноидов и родственных соединений. Разработка оптимальных методов синтеза несколько серий азолильных производных или аналогов энантиомерночистых L- и D-аминокислот и коротких пептидов, как потенциальных противоопухолевых средств. Синтез нескольких серий гетероциклических производных природных тритерпеноидов растительного происхождения (глицирретовая кислота, бетулин, бетулоновая кислота, диптерокарпол и др.), как веществ потенциально обладающих противовирусной, антибактериальной и противоопухолевой активностью. исследование следующих видов биологической активности: противоопухолевая, антибактериальная, противовирусная, ноотропная. Выбор оптимальных соединений-лидеров.</p> <p>2 этап Синтез и исследование производных тимидина, содержащих в положении 3' углеводного кольца гетероциклические заместители. анализ литературных данных и осуществлен молекулярный дизайн три- и тетразолсодержащих координационных соединений. Синтез тетразолильных производных тритерпеноидов с использованием реакций присоединения с участием кратной связи заместителя в боковой цепи. Проведение тестирования антибактериальной, противовирусной, а также антипролиферативной и проапоптотической активности <i>in vitro</i> полученных тетразолсодержащих комплексов, включая культуры опу-</p>	3	СПбГУ, Кафедра химии природных соединений, зав. кафедрой, д.х.н. Трифонов Р. Е.	Создание соединений-лидеров, которые будут использованы при создании новых оригинальных отечественных лекарственных препаратов	2017	2030	182 1 01 01011 01 1000 110		6000	6000	6000											
					2020	2022						6000	6000	6000								

	<p>холевых клеток человека.</p> <p>3 этап 1) Исследование биологической активности выявленных соединений-лидеров для рядов азолсодержащих аналогов и производных аминокислот и пептидов, нуклеозидов, терпеноидов in vivo. 2) Оптимизация структуры соединений-лидеров. 3) Определение токсичности, исследование фармакокинетики и фармакодинамики, адсорбции, распределения, выведения из организма и метаболизма веществ-кандидатов.</p> <p>4 этап Разработка готовой лекарственной формы веществ-кандидатов для клинических испытаний. Разработка проекта фармакопейной статьи на субстанцию и готовую лекарственную форму.</p> <p>5 этап Обобщение полученных результатов. Выдача рекомендаций для дальнейших исследований. Разработка лабораторного и опытно-промышленного регламентов, создание малого предприятия для внедрения нового лекарственного вещества</p>				2023	2025									7000	7000	7000										
					2026	2027											8000	8000									
					2028	2030																	10000	10000	10000		
7.1.1	Изучение микробиома человека как базисной основы для коррекции инфекционных и неинфекционных патологий		<p>Академик Софронов Г.А., директор, ФГБНУ «ИЭМ»</p> <p>ФГБНУ «ИЭМ» Суворов А.Н., Северо-западный медицинский университет имени И.Мечникова Симаненков В.И.</p>	<p>1. В ФГБНУ «ИЭМ» будет смонтировано и запущено автоматическое криохранилище на 500000 единиц хранения</p> <p>2. Будет собрана коллекция штаммов-возбудителей стрептококковых инфекций и консорциумов индивидуальных микробиоценозов здоровых добровольцев и людей с патологией желудочно-кишечного тракта, кожи и урогенитальной</p>	2017	2019			70000	70000	70000																
					2017	2021			6000	6000	6000	6000	6000														

			ФГБНУ «ИЭМ» Суворов А.Н	сферы 3. Будут проанализированы особенности иммуномодулирующей активности известных пробиотиков на основе лактобацилл и энтерококков.	2017	2020			5000	5000	6000	6000										
			ФГБНУ «ИЭМ» Суворов А.Н	4. В ФГБНУ «ИЭМ» будет разработана компьютерная модель химерной вакцины против стрептококков группы А (СГА) и синтезированы прототипы генетических конструкций новых химерных белков.	2017	2019			3000	3000	3000											
			ФГБНУ «ИЭМ» Суворов А.Н	5. Завершение исследований антиопухолевой активности стрептококков на моделях in vitro	2017	2021			4000	4000	4000	4000	4000									
			ФГБНУ «ИЭМ» Суворов А.Н., Северо-западный медицинский университет имени И.Мечникова Симаненков В.И. Лаборатория алгоритмической биологии СПбГУ Лapidус А.Л	6. Приобретение и запуск оборудования для геномного секвенирования (ГС). Разработка алгоритмов анализа микробиоты с применением ГС и обработки данных. Проведение пилотных по терапии легочных заболеваний персонализированными препаратами – аутопробиотиками согласно ранее созданному и запатентованному алгоритму персонализированной микробной терапии и оценка характера изменения микробиома на фоне аутопробиотической тера-	2022	2026								25000	25000	25000	25000	25000				

			ФГБНУ «ИЭМ» Суворов А.Н.	7. Проведение доклинических исследований терапии опухолей с использованием живых бактериальных штаммов СГА.	2020	2025					5000	5000	5000	5000	5000	5000					
			ФГБНУ «ИЭМ» Суворов А.Н.	8. Проведение доклинических исследований новой рекомбинантной вакцины против СГА.	2022	2025							7000	7000	7000	7000					
			ФГБНУ «ИЭМ» Суворов А.Н., Северо-западный медицинский университет имени И.Мечникова Симаненков В.И. Лаборатория алгоритмической биологии СПбГУ Лapidус А.Л.	9. Будут разработаны подходы к культивированию компонентов индивидуальной микробиоты. Метагеномный анализ микробиотных консорциумов. Разработка технологии создания комплексных микробиотных препаратов и терапии дисбиотических состояний человека	2026	2030											11000	11000	11000	11000	11000
			ФГБНУ «ИЭМ» Суворов А.Н.	10. Будут разработаны наборы детекции и сорбенты для выделения белков сыворотки крови человека (альбумин, иммуноглобулины), а также внедрены в практическое использование	2026	2030											5000	5000	5000	5000	5000
			ФГБНУ «ИЭМ» Суворов А.Н.	11. Проведение клинических исследований терапии опухолей с использованием живых бактериальных штаммов СГА и внедрение в практику	2022	2030							4500	5000	5000	6000	6000	6500	6500	7500	7500
7.1.2	Микробиом и рак. Экспериментальные и клини-		НИИ онкологии им. Н.Н.	Получение данных о влия-	2017	2030															

	<p>ческие исследования эффективности комбинации пробиотика и метформина на развитие спонтанных опуолей, рака толстой кишки и рака молочной железы</p>		<p>Петрова Минздрава России В.Н. Анисимов чл.-корр. РАН, д.м.н.</p>	<p>нии пробиотика на основе препарата «Витафлор» одного и в комбинации с метформином на канцерогенез толстой кишки, индуцируемый 1,2-диметилгидразином у самцов крыс и на спонтанный канцерогенез молочных желез у трансгенных мышей HER-2/neu. На этих моделях будут получены результаты по действию комбинации пробиотика с энтеросорбентом «Аква-лен» и антибиотиком рапамицином.</p>																		
			<p>НИИ онкологии им. Н.Н.Петрова МЗ РФ, Анисимов В.Н</p>	<p>Будут получены результаты по геропротекторному эффекту пробиотика в опытах на мышах. Ожидается, что пробиотик окажет профилактическое действие на всех моделях. При получении положительных результатов опытов на грызунах будут начаты исследования эффективности пробиотика на людях.</p>	2017	2020			7000	7000	7000	7000										
			<p>НИИ онкологии им. Н.Н.Петрова МЗ РФ, Анисимов В.Н</p>	<p>Выявление эффективного торможения канцерогенеза кишки у крыс и рака молочной железы у мышей при совместном введении пробиотика и метформина.</p>	2021	2023						5000	5000	5000								
			<p>НИИ онкологии им. Н.Н.Петрова МЗ РФ, Анисимов В.Н</p>	<p>Выявление геропротекторного и противоопухолевого действия совместного при-</p>	2024	2026									6000	6000	6000					

			НИИ онкологии им. Н.Н.Петрова МЗ РФ, Анисимов В.Н	менения пробиотика и энтеросорбента Ожидается увеличение длительности безрецидивного периода и выживаемости больных раком	2027	2030														7000	7000	7000	7000	
7.1.3	Изучение механизмов регуляции проницаемости тканевых барьеров		Санкт-Петербургский государственный университет А.Г. Марков, проф. д.б.н.	Используя молекулярно-биологические методы, будут получены результаты о действии различных компонентов химуса, эндотоксинов, на проницаемость ворсинчатого эпителия стенки кишки, а также изучена роль цитокинов в регуляции транслокации микроорганизмов. Будут получены результаты о барьерных свойствах ворсинчатого эпителия и фолликул-ассоциированного эпителия Пейеровых бляшек стенки кишки крысы при действии различных соединений. Будет получен ответ на вопрос: какие вещества изменяют проницаемость тканевого барьера для макромолекул сопоставимых по молекулярной массе с патогенами, а также транслокацию через эпителий микроорганизмов. Будут выяснены молекулярные механизмы, лежащие в основе транслокации	2017	2030																		
					2017	2021			6000	6000	6000	6000	6000											
					2022	2026							6000	6000	6000	6000	6000							
					2027	2030															6000	6000	6000	6000

			<p>основу разработки тест-системы для быстрой диагностики методом ПЦР резистентности.</p> <p>Основная инновационная идея проекта заключается в исследовании генов, кодирующих белки, отвечающие за генетическую стабильность микроорганизма, раскрытия их вклада в патогенез инфекционного процесса, вызванного грибами <i>Candida spp.</i>, определения роли их аллельных вариантов в риске развития патологии.</p> <p>1. Поиск мутаций в генах, кодирующих белки-мишени действия противогрибковых препаратов, у лекарственно-устойчивых штаммов грибов.</p> <p>2. Изучение генов, отвечающих за стабильность генома у чувствительных к лекарственному воздействию микромицетов (потенциальных мутантов).</p>							4000	4000	4000	5000	5000								
															5000	5500	5500	5500				

7.1.6	Разработка новых технологий эпидемиологического надзора за мультиантибиотикорезистентными штаммами возбудителей инфекционных заболеваний		СЗГМУ им. И.И. Мечникова, кафедра эпидемиологии, паразитологии и дезинфектологии. Руководитель темы: Зав. кафедрой эпидемиологии, паразитологии и дезинфектологии, д.м.н., проф. Зуева Л.П.	1. На основе использования комбинации различных методов (методов молекулярной эпидемиологии, популяционной генетики при оценке частотности генотипов, несущих отдельные генетические элементы, методов филогенетического анализа в т.ч. целых геномов) будет получено целостное представление о роли широко распространенных мобильных генетических элементов, различающихся по функциям, в эволюции эпидемических штаммов возбудителей с множественной устойчивостью к антимикробным препаратам. 2. Полученные данные лягут в основу предложений по совершенствованию системы эпидемиологического надзора за инфекциями, связанными с оказанием медицинской помощи, в частности будут усовершенствованы разработанные нами ранее алгоритмы молекулярно-генетического мониторинга за возбудителями данной группы инфекций.	2017	2023			2000	2000	2000	3000											
7.1.7	Разработка и применение программных продуктов для анализа и систематизации данных геномного секвенирования микробиот больных и здоровых людей		Центр алгоритмической биотехнологии СПбГУ Рук. д.б.н. Певзнер П.А.	В рамках предлагаемого проекта рассчитывается создать геномный сборщик, позволяющий эффективно работать с метагеномными	2017	2030			7500	7500	7500	7500											

				ударом и разрешающей способностью 30 000 и комплекс для рутинного анализа с разрешающей способностью 6000. на базе масс-анализаторов																		
				Сертификат на медицинскую технику	2021	2022						6000	6000									
				Опытный образец масс-спектрометра с разрешающей способностью 50000. Источник ионов MALDI Сертификат соответствия на средство измерения	2023	2025								15000	15000	15000						
				Сертификат на медицинскую технику	2023	2024								10000	10000							
				Опытный образец масс-спектрометра с разрешающей способностью 100000. Источник ионов электро-спрей	2023	2025								30000	30000	30000						
				Опытный образец масс-спектрометра с разрешающей способностью 150000-175000 с источником ионов с ионизацией при атмосферном давлении	2026	2030											35000	35000	35000	35000	35000	
7.2.1	Изучение молекулярно-генетических особенностей рака молочной железы и создание тест-систем для выявления предиктивных маркеров		Лаборатория нанобиотехнологий СПбАУ РАН, Академический ун-т Член-корр. РАН М.В. Дубина	В результате исследований будет создана тест-система для выявления предиктивных маркеров. Детальное исследование молекулярных особенностей данного типа опухолей с использованием наиболее современных методов гене-	2017	2030			1500	1500	1500	1600	1600									

				<p>тического анализа позволит точнее определить патогенетические особенности различных видов рака молочной железы и значительно повысить эффективность уже существующих методов терапии. В дальнейшем будут изучены механизмы резистентности к проводимым вариантам терапии. Разработаны подходы к преодолению резистентности на основании моделирования оптимального режима терапии, последовательного применения препаратов с различным механизмом действия.</p>										1700	1700	1700	1700		1750	1750	1750	1750	1800	
7.2.2	<p>Разработка способов повышения контрастной визуализации солидных опухолей в однородных тканевых структурах при совместном использовании светодиодных источников света и фотоактивных веществ <i>in vitro</i> и <i>in vivo</i></p>		<p>Лаборатория нанобиотехнологий СПбАУ РАН, Академический ун-т д.м.н. Ф.В. Моисеенко</p>	<p>Будут разработаны методики динамической визуализации опухолей с помощью флюоресцентных красителей. Улучшение визуализации злокачественных клеток с помощью флюоресцентных красителей <i>in vivo</i> будет использоваться для выявления невидимых глазом интраоперационно опухолевых клеток и их последующей элиминации. Использование и совершенствование радикальности противоопухолевого лечения за счет динамического воздействия на оставшиеся скопления злокачественных клеток с помо-</p>	2017	2030			1600	1600	1600	1600	1600		1700	1700	1700	1700		1800	1800	1800	1800	1800

7.2.4	Генная клеточная терапия ВИЧ и ВИЧ-ассоциированных злокачественных новообразований на основе трансплантации гемопоэтических стволовых клеток с применением технологии сайт-специфического редактирования генома		СПбГМУ им. И.П. Павлова Научный руководитель отдела биотехнологий НИИДОГиТ им. Р.М. Горбачевой к.м.н. Попова М.О. Руководитель НИИДОГиТ им. Р.М. Горбачевой д.м.н., профессор Афанасьев Б.В.	1. Создание платформы редактирования генома гемопоэтических стволовых клеток. 2. Оценка эффективности, определение оптимальных условий, механизма генетической модификация. 3. Оценка эффективности используемой платформы в подходах к лечению ВИЧ-инфекции посредством редактирования CCR5 4. Доклинические испытания методики генетической модификации	2017	2025			2350	2300		2000	2000		2500	2500	2500		3000	3000		
7.2.5	Молекулярные механизмы наследственных форм болезни Паркинсона. Подходы к лечению		СПбГМУ им. И.П. Павлова Отдел молекулярно-генетических и нанобиологических технологий НИЦ, д.б.н. С.Н.Пчелина, лаборатория физиологии и патологии двигательного поведения НИЦ, проф., д.м.н. А.Ф.Якимовский, кафедра неврологии и нейрохирургии с клиникой, академик РАН, проф. А.Скоромец, доцент, к.м.н. А.А.Тимофеева	Впервые in vitro будут получены данные о возможности применения фармакологических шаперонов GVA в лечении болезни Паркинсона. Учитывая возможность доставки фармакологических шаперонов к клеткам мозга, данный подход может стать первым эффективным подходом, направленным на терапию распространенного нейродегенеративного заболевания. Исследование молекулярных основ нейродегенерации при болезни Паркинсона будет способствовать разработке подходов к терапии и выявлению маркеров ранней преклинической диагностики заболевания. 1.Скрининг мутаций в ге-	2017	2025			4000	4 000	5 000											

				<p>нах GBA (L444P, N370S) и LRRK2 (G2019S) среди пациентов с болезнью Паркинсона. Выявление группы лиц с LRRK2-и GBA-ассоциированной БП.</p> <p>2. Оценка уровня олигомерных и модифицированных форм альфа-синуклеина у пациентов с мутациями в гене LRRK2, GBA, при спорадической форме болезни Паркинсона и в контроле.</p> <p>3. Оценка корреляции активности GBA и уровня олигомерных форм альфа-синуклеина крови у пациентов с БП с мутациями в гене GBA.</p> <p>4. Оценка влияния фармакологических шаперонов GBA (амброксол, изофагомин) на восстановление активности фермента GBA и снижение уровня олигомеров альфа-синуклеина на макрофагах пациентов с GBA-ассоциированной БП.</p>								5000	5500										
														5500	5500								
																6000	6000						

7.2.6	Изучение роли иммунологических механизмов и построение модели прогнозирования течения ревматической патологии и атеросклероза		СЗГМУ им. И.И. Мечникова, кафедра терапии и ревматологии им. Э.Э. Эйхвальда Руководитель темы: заведующий кафедрой терапии и ревматологии им. Э.Э. Эйхвальда, академик РАМН, д.м.н., академик Мазуров В.И.	Будет создан комплекс иммунологических и молекулярно-биологических методов ранней диагностики иммуновоспалительных заболеваний. Полученные данные позволят разработать мультибиомаркерный диагностический индекс для ранней диагностики большинства иммунозависимых заболеваний, включающий провоспалительные цитокины, факторы роста, металлопротеиназы, цитоскелетные белки, сосудистые молекулы адгезии, гормоны (лептин и резистин), пентраксины, модифицированные липопротеины, белки теплового шока, апопротеины, рецепторы эндотелия (TLR-рецепторы) и др. Можно полагать, что более широкое внедрение предложенных к изучению биомаркеров создаст реальные предпосылки для персонализации терапии пациентов с аутоиммунной и сосудистой патологией. Выявление и установление значимости иммунологических нарушений в инициации и прогрессировании системных аутоиммунных заболеваний и васкулитов, а также стабильных и прогрессирующих форм атеросклероза.	2017	2026				1200	1200	1200										
-------	---	--	---	---	------	------	--	--	--	------	------	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

				<p>Установление лабораторных маркеров поражения различных органов и систем при аутоиммунной патологии и предикторов развития сосудистых катастроф у больных атеросклерозом.</p> <p>Изучение влияния основных групп лекарственных препаратов, включающих цитостатики, глюкокортикостероиды, генно-инженерные биологические, а также кардиотропных средств (ингибиторов РААС и статинов) на активность иммуноопосредованного воспаления, формирующегося в соединительно-тканном матриксе и сосудистой стенке больных ревматической патологией и атеросклерозом.</p> <p>Разработка алгоритма ведения ревматологических больных и пациентов со стабильными и прогрессирующими формами атеросклероза, с учётом максимального контроля за течением иммуновоспалительного процесса на разных стадиях заболеваний.</p> <p>Внедрение полученных результатов в практическое здравоохранение.</p>							1000	1200	1300									
												1000	1300	1200								
														500	1200	1200						
																1000	3200					
7.2.7	Исследование процессов спонтанной трансформации и старения мультипотентных мезенхимных стромальных клеток при длительном культивировании in vitro		СЗГМУ им И.И.Мечникова, НИЛ клеточных технологий. Руководитель темы НИР: ст. н.с., Енукашвили	Разработка нового метода контроля качества культур ММСК – определение наличия раковых клеток	2017	2025																

				<p>качестве ингибитора пролиферации фибробластов, как компонент питательной среды для экспансии клеток человека, в рамках фундаментальных и прикладных исследований.</p> <p>1. Получение и описание молекулярной структуры фиброзингибирующего фактора.</p> <p>2. Оценка биологических свойств фиброзингибирующего фактора. <i>in vitro</i>.</p> <p>3. Описание биологических свойств фиброзингибирующего фактора. <i>in vivo</i>.</p>						2000	2000	2000									
7.2.10	Исследование роли микрочастиц клеточного происхождения в патогенезе депрессий кроветворения и злокачественных заболеваний системы крови		ФГБУ РосНИИГТ ФМБА России Научный руководитель лаборатории иммуногематологии ФГБУ РосНИИГТ ФМБА России д.м.н., профессор Л.Н. Бубнова	<p>Будет предложен комплекс иммунологических методов исследования микрочастиц клеточного происхождения, который будет способствовать пониманию их роли в патогенезе злокачественных заболеваний системы крови и депрессий кроветворения, что может позволить оптимизировать тактику терапии и повысить ее эффективность при данных патологических состояниях</p> <p>Исследование уровня микрочастиц лейкоцитарного и эритроцитарного происхождения у пациентов с онкогематологическими заболеваниями (лимфопролиферативные заболевания, множественная миелома) и депрессия-</p>	2017	2025															

				ми кроветворения (апластическая анемия, пароксизмальная ночная гемоглобинурия). Проследить динамику уровня микрочастиц в процессе этих заболеваний; изучить их взаимосвязь с синтезом основных гемопозитических цитокинов, уровнем апоптоза клеток и степенью нарушения кроветворения, определив тем самым их роль и место в патогенезе изучаемых патологических состояний.										2500	2500	2500	2500				
7.2.11	Адиποцитокіны (адіпонектін, оментін1) і поліморфізм їх генів у хворих метаболічним серцево-судинним синдромом		ГБОУ ВПО ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Отдел молекулярно-генетических и нанобиологических технологий НИЦ,ФГБУ СЗФМИЦ им. Алмазова Руководитель - академик РАН, профессор Е.В. Шляхто	В результате реализации данного проекта удастся определить молекулярно-генетические предикторы развития метаболического синдрома, сахарного диабета 2 типа и сердечно-сосудистых заболеваний у больных абдоминальным ожирением молодого и среднего возраста. Расширить представление о молекулярно-генетических механизмах влияния абдоминальной жировой ткани на развитие метаболических расстройств и сердечно - сосудистых заболеваний Выявить новые молекулярные мишени для воздействия при лечении артериальной гипертензии, дислипидемии и атеросклероза	2017	2023			1760	1760	1760	1760		2600	2600	2600					

7.2.12	Исследование технологии таргетной внутриклеточной доставки противоопухолевых препаратов на основе внутриклеточных многослойных полиэлектролитных нано- и микрокапсул		СПбГМУ им. И.П. Павлова Руководитель- зав. лабораторией трансплантологии отдела биотехнологий НИИДОГиТ им. Р.М. Горбачевой, к.м.н., Моисеев И.С. Руководитель НИИДОГиТ им. Р.М. Горбачевой д.м.н., профессор Афанасьев Б.В.	Ожидаемыми результатами являются создание нанокапсул, оптимальных по своим химико-физическим свойствам и размерам, для захвата различными клеточными популяциями. Планируется создание рабочей платформы клеточно-нанокапсульного носителя противоопухолевых препаратов для дальнейшего внедрения в клинику. Ожидается получение данных о профиле токсичности, побочных эффектах, функциональных свойствах, хоминге и профиле экспрессии важнейших генов популяций лимфоцитов человека с инкорпорированными нанокапсулами, распределение лимфоцитов-переносчиков <i>in vivo</i> и эффективности созданной платформы на основании преclinical исследований. 1) Синтез ферромагнитных полиэлектролитных биodeградируемых нанокапсул с FITC-меткой 2) Интернализация полиэлектролитных нанокапсул и их взаимодействие с лимфоцитами человека <i>in vitro</i> . 3) Использование внутриклеточной доставки нанокапсул <i>in vivo</i>	2017	2023				2600	2600		2600	2600	3000	3000	3000					
--------	--	--	---	--	------	------	--	--	--	------	------	--	------	------	------	------	------	--	--	--	--	--

г) Приоритетные научные исследования, которые обеспечат переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, разработку и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений и животных, хранение и эффективную переработку сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания

8.3.2	Генетические основы экологически благоприятного сельского хозяйства		Министерство сельского хозяйства: <u>ФГБНУ ВНИИСХМ</u> , академик РАН директор <u>ФГБНУ ВНИИСХМ</u> И.А. Тихонович	Ожидаемый результат: Выявление молекулярных основ эффективного взаимодействия растений с симбиотическими микроорганизмами. Генетическое картирование локусов количественных признаков, определяющих симбиотическую эффективность гороха и устойчивость к стрессовым факторам. Выявление структуры микробиома различных тканей и органов растений на примере бобовых, а также ассоциированных ризосферных микроорганизмов. 1. Анализ механизмов, лежащих в основе развития азотфиксирующих клубеньков гороха, посредством оценки транскрипционной активности генов у мутантных линий гороха с нарушениями развития клубеньков путем высокопроизводительного секвенирования транскриптома. Выявление молекулярных основ эффективности взаимодействия гороха с симбиотическими микроорганизмами путем высокопроизводительного секвенирования транскриптома различных тканей и органов на различных стадиях разви-	2017	2030			10000	10000												
-------	---	--	--	---	------	------	--	--	-------	-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

				<p>тия.</p> <p>2. Детальная характеристика фенотипов мутантных линий, представляющих симбиотические гены гороха, ответственные за развитие азотфиксирующих клубеньков и арбускулярной микоризы.</p> <p>3. Идентификация последовательностей симбиотических генов гороха, выявленных в ходе экспериментального мутагенеза, при помощи точного генетического картирования и поиска генов-кандидатов в геноме родственного. Изучение полиморфизма (изменчивости) симбиотических генов гороха в пределах нескольких тысяч генетических образцов или коллекции культурного гороха Всероссийского института растениеводства.</p> <p>4. Разработка набора генспецифичных молекулярных маркеров для генетического картирования симбиотических гороха, на основе секвенирования транскриптома серии линий гороха. Генетическое картирование локусов количественных признаков, определяющих симбиотическую эффек-</p>							10000	10000									
--	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	-------	-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

д) Приоритетные научные исследования, которые обеспечат противодействие техногенным, биогенным, социокультурным угрозам, терроризму и идеологическому экстремизму, а также киберугрозам и иным источникам опасности для общества, экономики и государства

4.12	<p>Создание нового поколения бесферментных сенсоров на биологически значимые аналиты (полисахариды, пероксид водорода, органические амины) и кислород, применение полученных результатов для решения задач контроля биологических жидкостей с целью клинической диагностики и мониторинга технологических вод атомных и тепловых электростанций</p> <p>1 этап Разработка новых бесферментных сенсоров на биологически важные аналиты, обладающие наномолярной чувствительностью</p> <p>2 этап Разработка прибора, реализующего новейший способ амперометрических измерений – коммутационную амперометрию</p> <p>3 этап Создание «Центра превосходства» в области электрохимических сенсоров, а для производства – малое инновационное предприятие</p>	3	<p>СПбГУ, Руководитель группы электрохимических методов анализа, проф. С.С. Ермаков; ИАП РАН, зав. лабораторией "информационно-измерительных био- и хемосенсорных микросистем", проф. Евстапов А.А.; Научно-исследовательский технологический институт им. акад. А.П. Александрова, д.т.н, в.н.с., заслуженный химик РФ Гурский В.С</p>	<p>Разработка научных основ создания нового поколения амперометрических сенсоров на основе наночастиц металлов, сплавов, оксидов металлов, обладающих биосовместимостью, микроразмерами, чувствительностью на уровне наномолей в литре; создание линейки сенсоров для определения кислорода и анализа пищевых продуктов и биологических жидкостей на содержание полисахаридов, что позволит существенно повысить безопасность атомной энергетики и внедрить инновационные методы клинической диагностики.</p>	2017	2030	182 1 01 01011 01 1000 110															
5.2.1	Создание информационно-аналитического ядра (ИАЯ) интеллектуальной системы высокопроизводительного анализа больших данных.		СПИИРАН, СПбГЭТУ «ЛЭТИ» д.т.н., проф. Шичкина Ю.А.	<p>1. Структура баз данных высокопроизводительных алгоритмов, программ и методов интеллектуального анализа данных (ИАД). Методы тестирования и проверки качества ИАД. Модели вычислений с различными параметрами для оценивания программ, алгоритмов в зависимости от класса онтологической модели.</p> <p>2. Создание программно-</p>	2017	2030			3000	3000	5000											

				<p>занесением их в онтологическую модель.</p> <p>Архитектура информационно-аналитического ядра и связей между отдельными частями ядра.</p> <p>5. Алгоритмы и программные модули системы управления знаниями.</p> <p>Модели по модификации алгоритма на основе информации, хранимой в системе коллективных репозиториях и среды информационно-аналитического ядра.</p> <p>6. Методическое пособие по разработке программ, алгоритмов, методов с применением системы коллективных репозиториях. Результаты верификации информационно-аналитического ядра.</p> <p>Программные модули по обработке данных, получаемых по гиперграфу.</p>																		2000	2000			2000	2000
8.1.1	Инвентаризация и мониторинг ресурсно-значимых, редких и эпидемиологически опасных животных Санкт-Петербурга и Ленинградской области		ЗИН РАН директор член-корр. РАН О.Н. Пугачев	Ожидаемый результат: получение аналитического рабочего инструмента для фиксации, сохранения, динамического дополнения и отображения информации по всей фауне Ленинградской области; с особым	2017	2030																					

				территории Ленинградской области ранее, согласно современным представлениям о систематике животных. 5. Создание физического хранилища данных для обеспечения их гарантированного долговременного хранения.																20 000	20000	
8.1.3	Исследование механизмов вселения и влияния чужеродных видов на водные и наземные экосистемы с целью разработки научно обоснованных инновационных подходов к снижению их отрицательного воздействия на экосистемы Северо-запада России		ЗИН РАН академик РАН А.Ф. Алимов, член-корр. РАН С.М. Голубков,	Ожидаемый результат: Создание Программы действий по предотвращению и преодолению вредных последствий вселения чужеродных видов в экологические системы региона 1. Проведение лабораторных и полевых исследований биологических характеристик массовых видов вселенцев, в том числе <i>Marenzelleria arctica</i> , <i>Dreissena polymorpha</i> , <i>Potamopyrgus antipodarum</i> и ряда видов рачков бокоплавов, особенностей их генома и жизненных циклов. Путей их заноса в Северо-западный регион. Изучение роли видов вселенцев в водных экосистемах. 2. Подведение итогов исследований, пополнение баз данных, подготовка итоговых статей, коллективной монографии и программы действий по предотвращению и преодолению	2017	2030			1800	1800	1800	1800	1800									
													1800	1800	1800	1800	1800					

				<p>нию вредных последствий вселение чужеродных видов в экологические системы региона.</p> <p>3. Будет разработана программа действий («дорожная карта») по предотвращению и преодолению вредных последствий вселения чужеродных видов в экологические системы региона. Область практического применения – мониторинг состояния и оздоровление окружающей среды.</p>																				2000	2000	2000	2000										
8.1.4	Техногенные фильтры и градиенты как фактор формирования современной биосферы: техноэкосистемы, источники биопомех, биологические инвазии, процесс колонизации		ЗИН РАН, СПбНЦ РАН вед.н.с., д.б.н. М.И. Орлова	<p>Ожидаемый результат:</p> <p>Монография, содержащая оригинальные данные и обобщение современных исследований о протекании микроэволюционных процессов под влиянием техногенной активности человека; об изучении техногенных фильтров и градиентов как факторов формирования современной биосферы.</p> <p>1. Анализ фондовых материалов о межгодовой динамике ключевых параметров модельных экосистем, разнообразии видов-источников биопомех, производственных циклов гидротехнических объектов, обобщение собранных све-</p>	2017	2030					3800	3800	3800	3800																							

				дений, разработка частных рабочих гипотез. Выбор методик для исследования молекулярно-генетических маркеров.											4000	4000	4000	4000	4000	4000						4000	4000	4000			4000	
8.2.4	Разработка методологии экологической реабилитации объектов ПЭУ (накопленный прошлый экологический ущерб) федерального, регионального и муниципального значения		НИЦЭБ РАН директор д.э.н. В.к. Донченко	Ожидаемый результат: Разработка методологии экологической реабилитации объектов накопленного прошлого экологического ущерба федерального, регионального и муниципального значения	2017	2030				3450	3450							2000	2000	2000	2000	2000										
				1. Инвентаризация наилучших доступных технологий по обращению с объектами ПЭУ на СЗ РФ.																												
				2. Моделирование взаимодействия объектов ПЭУ с компонентами ОС.																												
				3. Издание справочного руководство по инвентаризации, мониторингу и оценке экологического																		2500	2500	2500	2500							

				ущерб.																	2500	2500	2500
				4. Разработка концепции минимизации экологического риска при рациональном природопользовании и превентивного подавления объектов ПЭУ.																			

е) Приоритетные научные исследования, которые обеспечат связанность территории Российской Федерации за счет создания интеллектуальных транспортных и телекоммуникационных систем, а также занятия и удержания лидерских позиций в создании международных транспортно-логических систем, освоении и использовании космического и воздушного пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики																						
1.8.1	<p>Геофизика. Создание современной базы геомагнитных данных. Разведка месторождений полезных ископаемых.</p>		СПбФ ИЗМИРАН, СПбГУ, ГАО РАН, СПбНЦ РАН	<p>Проведение глобальной геомагнитной съемки территории России. Организация непрерывных наблюдений геомагнитных вариаций в опорных точках. Уточнение шкалы инверсий магнитного поля Земли. Развитие магнитной навигации и ориентации в Мировом океане. Выделение краткосрочных предвестников сильных землетрясений и раннего оповещения цунами. Исследования физической природы конвекции и теплопереноса, электропроводности недр Земли, других планет и их спутников. Мониторинг электромагнитной активности вулканов.</p>	2017	2030			20000	21400	22800	24200	25600	27200	28800	30400	32000	33600	35200	36800	38400	40000
1.8.2	<p>Радиофизика. Радиозондирование и активное воздействие на ионизированную среду мощным радиоизлучением. Радиотомография.</p>		СПбФ ИЗМИРАН, СПбГУ, СПбНЦ РАН	<p>Получение новых знаний и публикация научных результатов, связанных с исследованием особенностей распространения и дифракции радиоволн в атмосфере и околоземном пространстве. Повышение точности приема радиосигналов со спутниковых систем навигации. Создание спутниковой системы мониторинга краткосрочных предвестников землетрясений, катастрофических извержений вул-</p>	2017	2030			20000	21400	22800	24200	25600	27200	28800	30400	32000	33600	35200	36800	38400	40000

			<p>ных основ построения пространственно-распределенных интеллектуальных систем поддержки принятия решений для АСУ объектами военного государственного управления (ОВГУ), а также комбинированных методов и алгоритмов оперативного синтеза иерархически-сетевых структур межвидовых интегрированных интеллектуальных СППР в АСУ ОВГУ в сложных условиях обстановки.</p> <p>4. Экспериментальные образцы межвидовых интегрированных интеллектуальных СППР для решения задач многовариантного прогнозирования, проактивного планирования и управления ОВГУ в штатных и заданных условиях применения.</p> <p>5. Создание задела в области проектирования и эксплуатации информационного и программного обеспечения интеграции АДСИВТК в интересах развития интеллектуального пространства.</p>														2000	2000	5000		7000	7000
--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	------	------	--	------	------

6.1.1	Субаквальная криолитозона западных арктических морей России		ФГБУ ВНИИОкеангеология им. Грамберга гл.н.с., д.г-м.н. Холмянский М. А.	1. Аналитический обзор опубликованной и фондовой отечественной и зарубежной информации. Оценка характеристик криолитозоны на основании этого анализа. Свод характеристик криолитозоны Белого, Баренцева и Карского морей, выявленных по результатам анализа опубликованной информации. Комплект предварительных геокриологических карт. 2. Свод характеристик криолитозоны Белго, Баренцева и Карского морей, выявленных по результатам полевых наблюдений. 3. Текстово-графический блок, содержащий выделение и типизацию многолетнемерзлых пород на акватории Белого, Баренцева и Карского морей по результатам полевых морских исследований. Текстово-графический блок, содержащий обоснование концептуальных принципов построения геокриологических карт субаквальной криолитозоны, отражающих типы многолетнемерзлых пород, их районирование, морфологические и инженерно-геологические характери-	2017	2030	0600		2000	2000	5000	5000			12000	12000	12000	12000			3000	4000					3000	4000		
-------	---	--	---	--	------	------	------	--	------	------	------	------	--	--	-------	-------	-------	-------	--	--	------	------	--	--	--	--	------	------	--	--

				<p>стики.</p> <p>4. Концептуально новые макеты геокриологических карт субквальной криолитозоны РФ. Комплекты геокриологических карт субквальной криолитозоны РФ в ГИС формате, подготовленные к изданию.</p> <p>5. Изданные комплекты и атласы геокриологических карт субквальной криолитозоны РФ, подготовленные к изданию.</p>																	4000	5000	
6.1.2	Влияние глобальных климатических процессов на состояние арктических морских и озерных береговых зон		ФГБУ ВНИИОкеангеология им. Грамберга гл.н.с., д.г-м.н. Холмянский М. А.	<p>1. Текстовый блок, содержащий разработанные принципы построения моделей береговых процессов. Текстовый блок, содержащий систему прогнозирования изменений состояния морских и озерных берегов под влиянием глобального потепления. Новое программное обеспечение для построения многофакторных карт.</p> <p>2. Комплект карт, основанных на новых принципах отображения многофакторной информации.</p> <p>3. Текстовый блок, содержащий оценку современной роли береговых зон арктических морей в регулировке энергетического баланса</p>	2017	2028	0600		2000	3000	4000	6000		4000	5000								

6.1.3	Разработка физико-математических моделей программно-алгоритмического обеспечения и информационной технологии в интересах создания системы мониторинга и прогноза гидрофизических полей Северного Ледовитого океана, включая окраинные моря и районы нефтегазодобычи		ФГБУН ИОРАН им.П.П.Ширшова, С-Пб. Филиал Директор Родионов А. А.	1. База данных по существующим разработкам в тематике физико-математического моделирования гидрофизических полей Северного Ледовитого океана 2. Текстово-графические блоки, содержащие новые модели динамики морской среды в Северном Ледовитом океане; новые модели динамики дрейфа льда в Северном Ледовитом океане; новые модели гидрофизических процессов в Северном Ледовитом океане. 3. Текстово-графический блок, содержащий систему мониторинга и прогноза динамики морской среды, дрейфа льда, гидрофизических процессов в Северном Ледовитом океане.	2017	2023	0600		3000														
										4000	4000	4000											
													3000	3000	4000								

6.1.4	Магматизм Шпицбергена и перспективы его рудоносности		АНО «Научно-исследовательский институт культурного и природного наследия» Директор Великанов Ю.С.	<p>1. Схемы и планы расположения геологических карт масштабов: 1:1 000 000, 1:500 000, 1:200 000, 1:100 000, 1:50 000, результаты сбивки листов по всей территории островов архипелага. Результаты анализа геофизических карт островов и их частей, в которых распространены магматические породы.</p> <p>Структура банка данных по изотопным датировкам магматических комплексов Шпицбергена, их составу и географическому положению.</p> <p>Схемы размещения основных месторождений и проявлений твердых полезных ископаемых и топливно-энергетических ресурсов Шпицбергена. Результаты подсчета ресурсов месторождения фосфоритов, кварцевого сырья, барита, полиметаллов, серебра, золота, как потенциальных объектов для освоения вместо каменного угля, запасы которого постепенно истощаются.</p> <p>2. Результаты полевых исследований, коллекции горных пород и минералов из магматических формаций архипелага Шпицберген</p> <p>Результаты полевых работ</p>	2017	2028	0600		2000	3000	2000												
												8000	8000	8000									

				<p>на Земле Норденшельда Результаты полевых работ на Земле Оскара II, в Билле-фьорде</p> <p>3. Классификация и анализ коллекционного материала, результаты лабораторных определений состава горных пород и минералов. Результаты изотопных определений абсолютного возраста магматических горных пород.</p> <p>4. Комплект карт и схем, включающий: - схему эволюции фанерозойского магматизма Шпицбергена; - схему корреляции полученных данных с картографическими и опубликованными материалами отечественных и зарубежных специалистов; - карту размещения полезных ископаемых, ассоциирующих с магматическими комплексами; - общую карту магматизма Шпицбергена Текст рекомендаций для составления геологических карт Шпицбергена в масштабе 1:200000.</p> <p>5. Подготовленный к изданию текст монографии «Магматизм Шпицбергена»</p>											4000	3000	4000	4000		3000	4000	
8.2.1	Гидробиологический режим: Разработка научных		ЗИН РАН	Ожидаемый результат:	2017	2030																

	основ оценки и нормирования антропогенного воздействия на водоемы Северо-запада России в условиях экологического стресса и колебаний климата		академик РАН А.Ф. Алимов, член-корр. РАН С.М. Голубков	<p>Разработка системы оценки и нормирования антропогенного воздействия на водоемы Северо-запада России с помощью биологических маркеров.</p> <p>1. Проведение полевых исследований на Финском заливе и озерах Северо-запада России. Сбор данных о состоянии водных экосистем на основе биомаркеров токсического загрязнения, параметрах окружающей среды, составе и структуре биологических сообществ в прибрежных и открытых водах водоемов.</p> <p>2. Проведение биологических испытаний токсичности воды и донных отложений из сильно загрязнённых и относительно чистых участков акваторий с индикаторными видами. Проведение лабораторных экспериментов по влиянию особо опасных веществ и смесей загрязнителей на биологические параметры биоиндикаторных видов.</p> <p>3. Статистическая обработка полученных результатов. Подготовка научных статей и докладов на научных конференциях. Подготовка научных статей и докладов на научных конференциях.</p>					2500	2500	2500	2500	2500		2700	2700	2700			
--	--	--	---	---	--	--	--	--	------	------	------	------	------	--	------	------	------	--	--	--

				4. Подведение итогов исследований, пополнение баз данных, подготовка итоговых статей, коллективной монографии и рекомендаций по оценке и нормированию антропогенного воздействия на водоемы Северо-запада России с помощью биологических маркеров.															2800	2800	2800	
8.2.5	Разработка научных основ пространственного планирования морепользования в условиях береговых и подводных ландшафтов восточной части Финского залива		<p>ЗИН РАН в.н.с. д.б.н. М.И. Орлова</p> <p>НИЦЭБ РАН к.х.н. Л.А. Жаковская</p> <p>Министерство природных ресурсов РФ: ВСЕГЕИ к.г.-м.н. д.В. Рябчук</p>	<p>Ожидаемы результат: Создание базы данных о современном состоянии подводных ландшафтов как основы для пространственных планов и разработка рекомендаций по морскому пространственному планированию.</p> <p>1. Обобщение данных, собранных в 2008-2014 гг., Апробация подходов, отладка информационных технологий на имеющемся материале.</p> <p>2. Сбор полевых данных, их камеральная обработка, проведение экспериментов, статистический анализ наблюдаемых и экспериментальных данных.</p> <p>3. Подготовка интерактивного описания исследованного пространства Северо-Запада России, его размещение на порталы организаций-участников темы,</p>	2017	2030				850	850	850										
												2000	2000	2000	2000	2000						
																	1000	1000	1000	1000		

				<p>предоставление для апро- бации заинтересованным сторонам.</p> <p>4. Создание базы данных о современном состоянии подводных ландшафтов как основы для пространствен- ных планов и разработка рекомендаций по морскому пространственному плани- рованию</p>																		1500	1500
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------	------

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

6.1.5	Исследование причин глобальной перестройки климатической системы Земли в середине плейстоцена по данным изучения кернов древнейшего льда Антарктиды		ФГБУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт» зав.лаб. Липенков В.Я.	1. Текстово-графический блок, содержащий новый метод датирования ледяных кернов, пригодный для определения возраста древних (старше 1 млн. лет) ледяных отложений с частично нарушенной последовательностью залегания ледяных слоев. 2. Текстово-графический блок, содержащий первые данные о концентрации CO ₂ и CH ₄ в атмосфере Земли 1,5-0,8 млн. лет назад, полученные по древнему льду Антарктиды. 3. Текстово-графический блок, содержащий реконструкцию изменений температуры воздуха, высоты поверхности и размеров ледникового покрова Восточной Антарктиды и по данным изотопных и газовых анализов ледникового льда возрастом 0,8-1,5 млн. лет и результатам моделирования. 4. Текстово-графический блок, содержащий оценку роли изменения концентрации парниковых газов и эволюции размера Восточно-антарктического ледникового покрова в перестройке климатической системы во время МРТ. 5. Текстово-графический	2017	2026	0600		2000	3000		3000	5000		3000	4000		2000	4000		2000	3000
-------	---	--	---	--	------	------	------	--	------	------	--	------	------	--	------	------	--	------	------	--	------	------

				блок, содержащий научно-обоснованную оценку перспективности районов, лежащих вверх по течению льда от станции Восток, для осуществления нового международного проекта глубокого бурения льда с целью получения непрерывного палеоклиматического ряда длиной 1,5-2,0 млн. лет.																		
6.2.1	Разработка и применение рациональной системы комплексных исследований природных процессов Ладожского озера		ФГБУН Институт озероведения РАН вед. научн. сотр., д.г.н. Анохин В.М.	1. Базы данных по современному состоянию и природным процессам на дне, берегах и в водной среде Ладожского озера 2. Комплекты карт и схем по району Ладожского озера 3. Текстово-графический блок, содержащий рациональную систему комплексных исследований природных процессов Ладожского озера, включающую: - структуру базы данных, - полевой методический комплекс, - аналитический методический комплекс, - систему обработки данных. 4. Текстово-графический блок, содержащий основы мониторинга природных процессов Ладожского озе-	2017	2030	0600		3000													
										4000	6000			4000	6000							
																4000	6000					

				<p>ра, как части фоновой оценки для постановки экологического мониторинга экосистемы Ладожского озера.</p> <p>5. Текстово-графический блок, содержащий результаты применения созданной системы комплексных исследований природных процессов Ладожского озера в процессе полевых озерных работ</p> <p>6. Текстово-графический блок, содержащий рекомендации по минимизации воздействия опасных природных процессов дна, берегов и водной среды Ладожского озера. Публикация статей по результатам применения системы комплексных исследований природных процессов Ладожского озера</p> <p>7. Издание атласа карт и монографии по результатам выполнения темы</p>											8000	8000	8000		2000	3000		2000	3000	
6.2.2	Разработка и апробация инновационных методов для исследования циркуляции вод в Ладожском озере		ФГБУН Институт озероведения РАН зав. лаб., д.г.н. Науменко М.А.	<p>1. База существующих данных по тематике циркуляции вод в Ладожском озере</p> <p>2. Текстово-графический блок, содержащий описание новой методики исследования циркуляции вод – ледовыми буйковыми станциями.</p>	2017	2023	0600		3000	4000	4000													

				<p>3. Текстово-графический блок, содержащий результаты полевых работ - первые данные о гидротермодинамике вод Ладожского озера в зимний период. Выявленные новые закономерности циркуляции вод в Ладожском озере, в т.ч. зимой</p> <p>4. Составление и подготовка к изданию монографии, обобщающей все результаты исследования</p>									2000	2000						
6.2.3	Создание научно-теоретических основ решения проблемы организации водоснабжения и водоотведения в условиях чрезвычайных ситуаций и катастроф		АО«Водоканал-Инжиниринг» ген. директор Терентьев В. И	<p>1. База данных по тематике водоснабжения и водоотведения в условиях чрезвычайных ситуаций и катастроф.</p> <p>2. Текстово-графический блок, содержащий концепции: - безопасного водоснабжения и водоотведения для ситуации повседневной деятельности - безопасного водоснабжения и водоотведения для ситуации повышенной готовности к ЧС - безопасного водоснабжения и водоотведения для режима ЧС.</p> <p>3. Составление, апробация и подготовка к изданию пакета инструктивных документов по безопасному</p>	2017	2022	0600	4000	6000	7000	8000									
													7000	8000						

				водоснабжению и водоотведению на основе новой концепции																		
8.1.2	Инвентаризация флоры и микобиоты Северо-Запада России		БИН РАН к.б.н. Г.Ю. Конечная	Ожидаемый результат: Публикация коллективной многотомной монографии-справочника «Флора и микобиота Северо-Запада России». 1. Проведение инвентаризации флоры и микобиоты Ленинградской области, составление карт местонахождений видов, занесенных в Красную книгу Российской Федерации и Красную книгу Ленинградской области, подготовка аннотированных списков видов ООПТ Ленинградской области; 2. Проведение инвентаризации флоры и микобиоты Новгородской области, составление карт местонахождений видов, занесенных в Красную книгу Российской Федерации и Красную книгу Новгородской области, подготовка аннотированных списков видов ООПТ Новгородской области;	2017	2030				2500	2500	2500	2500		2500	2500	2500	2500				

				3. Проведение инвентаризации флоры и микобиоты Псковской области, составление карт местонахождений видов, занесенных в Красную книгу Российской Федерации и Красную книгу Псковской области, подготовка аннотированных списков видов ООПТ Псковской области; 4. Обобщение полученных результатов, подготовка к публикации и публикация «Флоры и микобиоты Северо-Запада России».														2700	2700	2700														2700	2700	2700	
8.1.5	Палинологические исследования сосудистых растений Северо-Запада России		БИН РАН к.б.н. В.В. Григорьева,	Ожидаемый результат: Многотомное издание «Атлас пыльцы и спор сосудистых растений Северо-Запада России», необходимый для решения как вопросов систематики и филогении растений, так и ряда практических задач в геологии, археологии, криминалистике, при исследовании продуктов пчеловодства и оценке качества воздушной среды. 1. Исследования морфологии пыльцевых зерен и спор всех выявленных во флоре Северо-Запада России семейств и родов сосудистых растений с максимально возможным охватом их видового разнообра-	2017	2030					2500	2500	2500	2500																							

	прибрежных территорий Северо-Запада России (Финский залив, Ладожское озеро)		О.Н. Пугачев	<p>ния на околотоводную и морскую фауну позвоночных животных малонарушенных и трансформированных экосистем прибрежных территорий Северо-Запада России (Финский залив, Ладожское озеро)</p> <p>1. Обобщение данных, собранных в 2000-2014 гг., работа с литературными и фондовыми источниками, оценка достоверности и достаточности имеющихся материалов, планирование полевых и экспериментальных исследований</p> <p>2. Сбор полевых данных, их камеральная и статистическая обработка. Выявление динамики фауны прибрежных экосистем, ее количественных и качественных изменений, анализ возможных причин этих изменений и прогноз их дальнейшего развития при различных сценариях природопользования.</p> <p>3. Создание интерактивного описания модельного пространства, апробация его на порталах организаций-участников темы и других заинтересованных сторон. Анализ результатов долгосрочного мониторинга состояния фауны при-</p>					4650	4650	4650													
									4800	4800	4800	4800	4800	4800										
														4900	4900	4900	4900							

				брежных и островных местообитаний, выявление устойчивых негативных тенденций ее изменений, 4. Разработка системы оценки возможности реабилитации экосистем при антропогенных трансформациях.																4900	4900	
8.2.3	Мониторинг влияния деятельности морских портов Финского залива на природные комплексы		БИН РАН директор д.б.н. В.Т. Ярмишко	Ожидаемый результат: Оценка влияния деятельности терминалов морских портов на природные комплексы региона. 1. Проведение инвентаризации флоры и фауны береговых и островных территорий, составление карт местонахождений видов, занесенных в Красную книгу Российской Федерации и Красную книгу природы Ленинградской области. 2. Проведение ежегодного мониторинга природных комплексов и объектов ООПТ на постоянных пробных площадях, заложенных на территории заказников. 3. Составление карт местонахождений ключевых мест скопления животных, оценка состояния природных комплексов и объектов.	2017	2030			2500	2500	2500	2500										
												3000	3000	3000	3000	3000						
																3000	3000	3000				

				4. Анализ полученных данных, оценка влияния деятельности терминалов морских портов на природные комплексы региона, разработка рекомендаций по сохранению редких и исчезающих видов растений и животных региона																				3000	3000	
8.3.1	Экологическая генетика инвазивных видов - все-ленцев		Министерство образования и науки: СПбГУ академик РАН С.Г. Инге-Вечтомов ЗИН РАН к.б.н. Н.И. Абрамсон,	Ожидаемый результат: Выяснение географического происхождения инвазивных популяций, пути их проникновения и характер распространения, темпы роста. Итог: продвижение во всех остальных направлениях изучения биологических инвазий и решение следующих задач по выявлению генетических механизмов успешной адаптации вида к новым условиям, определению механизмов естественного отбора и других актуальных вопросов экологической генетики инвазий. 1. Сбор материала на территории Северо-западного региона и прилегающих территориях, сбор материала из мест естественного ареала инвазивных видов. 2. Лабораторные анализы, включающие стандартные методы выделения тотальной ДНК и постановки полимеразной цепной реак-	2017	2030																				
													15000	15000	15000	15000	15000									
																		15000	15000	15000	15000	15000				

				ции (ПЦР) для амплификации фрагмента митохондриального гена CO ₁ размером в 630 пн., секвенирование. 3. Аналитическая обработка экспериментальных данных будет включать филогенетический анализ с применением Байесовой статистики, коалесцентный анализ и анализ демографических параметров, стандартные методы анализа изменчивости (сравнение гаплотипической и нуклеотидной изменчивости, построение сетей гаплотипов и др.).															15000	15000	15000	15000	
9.1.1	Трехвековая история становления и развития науки в Санкт-Петербурге: когнитивные, социально-культурные, институциональные и биографические аспекты (1724–2024)		СПбФ ИИЕТ РАН зав. сектором д.филол.н., проф. Колчинский Э.И.	Этап 1. Сравнительный анализ реформ науки Санкт-Петербурга в годы крупных социально-политических преобразований (1914-1932 и 1995-2015). На базе архивных и социолого-научных исследований будет подготовлена монография и серия публикаций в журналах. Этап 2. Старт российской науки: XVIII – начало XIX вв. На базе архивных исследований и литературных источников будет подготовлена монография и серия публикаций в журналах. Этап 3. Становление и развитие эволюционной био-	2017	2020			3000	3360	3430	3773											
					2021	2024						4107	4437	4792	5173								
					2025	2027										5587	6024	6506					

				логии и экологии в Санкт-Петербурге в XIX–начале XXI веков. На базе архивных и историко-научных исследований будет подготовлена монография и серия публикаций в журналах. Этап 4. Восприятие наук о жизни в различных слоях населения Санкт-Петербурга XX–XXI вв. На базе историко-научных и социолого-научных исследований будет подготовлены серии публикаций в журналах.	2028	2030													7026	7588	8162						
9.1.2	Научное наследие петербургских историков XIX–XX веков Этап 1. Подготовка сборника научного наследия академика Е. В. Тарле Этап 2. Подготовка сборника эпистолярного наследия академика Е. В. Тарле. Этап 3. Подготовка сборника научного наследия О. А. Добиаш-Рождественской. Этап 4. Подготовка сборника научного наследия С. Н. Валка. Этап 5. Подготовка сборника научного наследия А. Е. Преснякова.		СПБИН РАН вед.н.с., д.и.н. Каганович Б.С.	Будет осуществлен архивный поиск, отбор, историографическое и текстологическое изучение, подготовка к печати и комментированное, снабженное современным научным аппаратом издание неопубликованных и забытых трудов, мемуарного и эпистолярного наследия выдающихся историков, работавших в Петербурге в XIX–XX веках. На базе выполненных исследований будут подготовлены и изданы книги.	2017	2030			1500	1680	1865		2070	2800	2400			2600	3100	2750		3000	3300		3500	3700	3900
9.1.3	Выявление, изучение и публикация памятников русской письменности в собраниях российских и зарубежных музеев, архивов и библиотек		Министерство образования и науки: СПбГУ зав. каф. музеологии А.В. Майоров	Издание номеров научного журнала <i>Rossica Antiqua</i> , входящего в базы данных РИНЦ, Google Scholar, EBSCO, в котором будут отражены главные резуль-	2017	2030			12000	12300	14000	14500	14100	14400	14600	14800	15000	15300	16000	15800	16000	16200					

				таты исследований.																			
9.2.1	Россия и народы мусульманского мира. История и современность в контексте новой архитектуры мира.		Министерство образования и науки: СПбГУ д.и.н., проф. А.Х. Даудов	Результаты исследования станут частью методики курсов, читаемых авторами исследований в Институте истории и Институте философии Санкт-Петербургского государственного университета.	2017	2021		2000	2200	2400	2600	3100											
9.2.2	Введение в научный оборот памятников на восточных языках		ИВР РАН дир., д.и.н. И.Ф. Попова	Издание (описание, перевод, комментарии) письменных памятников на восточных языках (китайском, тангутском, маньчжурском, японском, киданьском, тибетском, гезе, санскритском, иврите, иудео-арабском, монгольском). Подготовка монографий, публикации серии статей.	2017	2030		15000	15200	15400	15600	15800	16000	16200	16400	16600	16800	17000	17200	17400	17600		
9.2.3	Исследование религиозных воззрений народов Востока		ИВР РАН Руководитель научного направления к.и.н. С.М. Прозоров	Факсимильные издания памятников религиозной культуры; комментированный перевод восточных рукописей; подготовка монографических исследований по религиозным воззрениям стран Востока (арабский, корейский, китайский, индийский, санскритский, новоперсидский, среднеперсидский языки).	2017	2030		13000	13200	13400	13600	13800	14000	14200	14400	14600	14800	15000	15200	15400	15600		
9.2.4	Изучение социальных институтов эпохи Древнего царства, городских структур Месопотамии, археологических памятников Прикаспийского региона		ИВР РАН г.н.с., чл.-корр. РАН М.А. Дандамаев	Подготовка серии статей по истории египетской администрации; по истории городских структур поселений Месопотамии; реконструкция истории и культуры Прикаспийского региона Ирана; анализ социальных и политических	2017	2025		10000	10200	10400	10600	10800	11000	11200	11400	11600							

				структур, через которые манифестировалась коллективная идентичность монголов в XVII-XIX вв. (древнеегипетский, раннеиранский, китайский, монгольский языки). Подготовка и публикация монографий и статей.																			
9.2.5	Исследование государственного развития России и ее места в мировом историческом и культурном процессе.		ИВР РАН Руководитель научного направления к.и.н. О.А. Воднева	Монография и серия статей по исследованию истории дипломатических, социально-экономических и культурных связей России и Ирана, по изучению особенностей западной помощи, ослабленной османскими набегами Византии; по изучению истории установления дипломатических отношений России со странами Ближнего Востока в XIX – начале XX века	2017	2027			11000	11100	11200	11300	11400	11500	11600	11700	11800	11900	11200				
9.2.6	Изучение духовных и эстетических ценностей отечественной и мировой культуры и фольклора		ИВР РАН Руководитель научного направления д.ф.н. И.В. Кульганек	Выработка методики текстологического анализа записей и публикаций сказок монголов, бурят и калмыков.	2017	2025			8000	8100	8200	8300	8400	8500	8600	8700	8800						
9.2.7	Теория, структуры и историческое развитие языков мира, изучение эволюции, грамматического и лексического строя русского языка, корпусные исследования русского языка, языков народов России		ИВР РАН Руководитель научного направления д.ф.н. О.М. Чунакова	Издание серии статей по изучению византийских источников; среднеперсидского манихейского языка; по выявлению различий между среднеперсидским (манихейским) и среднеперсидским (пехлевийским) языком; по выявлению композит в тибетско-монгольском словарях и по анализу их номенклатуры и структуры. Подготовка и	2017	2025			9000	9100	9200	9300	9400	9500	9600	9700	9800						

				написание статей.																		
9.3.1	Текстологическая школа академика д. С. Лихачева (Текстология и источниковедение литературы Древней Руси)		ИРЛИ РАН Н.В. Поньрко, О.В. Панченко, С.А. Семячко	Выход в свет памятников книжности Кирилло-Белозерского, Соловецкого и др. монастырей. Отчёт о проведении археографических экспедиций.	2017	2030			13000	13100	13200	13900	13600	13800	14000	14200	14400	14600	14850	15100	15400	16000
9.3.2	Петербургская школа П. Н. Беркова		ИРЛИ РАН А.А. Костин, А.Ю. Веселова, Н.д. Кочеткова, Н.Ю. Алексеева, А.О. Демин	Издание академического Полного собрания сочинений А. П. Сумарокова в 10 томах. Изучение творчества Сумарокова и литературы его времени, выявление корпуса текстов Сумарокова, подготовка текстов, подготовка комментариев и сопроводительных статей (текстологическая работа, подготовка текстов и комментариев, научное редактирование, техническая подготовка рукописи, печать). 1. Подготовка и издание первых трех томов сочинений А.П. Сумарокова. 2. Подготовка и издание IV–VI томов сочинений А.П. Сумарокова. Подготовка VII тома.	2017	2030																
					2017	2023			700	700	1400	720	1450	750	1500							
					2024	2030									760	1600	780	1650	800	1700	850	
9.3.3	Петербургская школа фольклористики		ИРЛИ РАН А.Н. Власов Ю.И. Марченко	Выход томов академического Свода русского фольклора. Серия Былины, содержащих критически выверенные тексты (включая все известные редакции и варианты текстов), сопровождающиеся исчерпывающим текстологическим и историко-этнографическим и фольклорным ком-	2017	2030																

				ментарием. 1. Подготовка (работа с издательством) и выход из печати 22 тома Урал. Сибирь. Дальний Восток ; 8, 9 томов Зимний берег Белого моря. Научная подготовка 10 тома Западное Поморье, 11 Северное Обонежье и 12 Западное Обонежье. Завершение подготовки (работа с издательством) и выход из печати 10 тома, 11 и 12.	2017	2022			1400	2500	1400	1500	1500	3000												
				2. Научная подготовка и выход из печати томов 13, 14, 15 Западное Обонежье.	2020	2026						700	1500	750	750	1550	800	1600								
				3. Научная подготовка и выход из печати томов 19Кенозеро, 20 Каргополье, 21 Центр Европейской части России.	2023	2030									750	1550	800	800	1600	850	850	1700				
				4. Научная подготовка томов 23 Казачьи области (Дон, Нижняя Волга, Северный Кавказ, 24 Непаспортизированные записи, 25. Приложения. Сводные указатели.	2027	2030													1200	2000	2100	2200				
			Т.Г. Иванова	5. Подготовка издания и выход из печати «Русские фольклористы. Библиографический словарь». (1, 2, 3, 4, 5 тт).	2017	2023			400	800	850	900	950	1000	1100											
			А.Н. Власов А.В. Осипов Ю.И. Марченко Е.А. Дорохова	6. Подготовка и открытие в сети Интернет каталога коллекций Фонограммархива	2017	2020			500	500	600	600														
			А.В. Осипов	7. Введение данных в каталог	2020	2030						400	400	450	450	500	500	550	600	600						

9.3.4	Петербургская школа пушкиноведения		ИРЛИ РАН М.Н. Виролайнен, Е.О. Ларионова	<p>Научная и редакторская подготовка очередных томов Полного собрания сочинений (далее – АПСС) А.С. Пушкина (в 20 т.):</p> <p>1. Завершение подготовки (работа с издательством) и выход из печати тома лирики периода михайловской ссылки (Т. 3, кн.1) и тома прозы 1819-1830 гг. (Т. 9).</p> <p>2. Научная подготовка тома лирики 1826-1829 гг. (Т. 3, кн. 2) и тома поэм 1820-1824 гг. (Т. 5).</p> <p>3. Завершение подготовки (работа с издательством) и выход из печати тома лирики 1826-1829 гг. (Т. 3, кн. 2) и тома поэм 1820-1824 гг. (Т. 5).</p> <p>4. Научная подготовка тома лирики 1830-1832 гг. (Т. 4, кн.1) и тома поэм 1825-1833 гг. (Т. 6).</p> <p>5. Завершение подготовки (работа с издательством) и выход из печати тома лирики 1830-1832 гг. (Т. 4, кн. 1) и тома поэм 1825-1833 гг. (Т. 6).</p> <p>6. Научная подготовка тома лирики 1832-1837 гг. (Т. 4, кн. 2) и тома прозы 1831-1836 гг. (Т. 10).</p> <p>7. Завершение подготовки (работа с издательством) и выход из печати тома лирики 1832-1837 гг. (Т. 4, кн.2) и тома прозы 1831-</p>	2017	2019	1600	1600	1600														
					2017	2019	6480	6480	6480														
					2020	2022				5000	5000	5000											
					2020	2022				6480	6480	6480											
					2023	2026							5000	5000	5000	5000							
					2023	2026							6480	6480	6480	6480							
					2027	2030											5000	5000	5000	5000			

				1836 гг. (Т. 10). 8. Научная подготовка томов «Евгений Онегин» (Т. 6, кн. 1-2).	2027	2030													6480	6480	6480	6480
				Научная и издательская подготовка издания «Пушкинская энциклопедия» (серия «Произведения»): Выход из печати 4-го и 5-го выпусков «Пушкинской энциклопедии» (серия «Произведения»)	2017	2022		800	900	900	1000	1000	1100									
9.3.5	Петербургская школа сравнительного литературоведения		ИРЛИ РАН Директор, чл.-корр. РАН В.Е. Багно, М.Ю. Коренева	1. Научная и издательская подготовка, выход из печати томов из серии «Россия-Запад-Восток: Литературные и культурные связи». Периодичность – каждый год. 2. Создание электронной научной библиотеки и информационного портала «Архив братьев Тургеневых: документы и материалы». 3. Издание фундаментального академического труда «История русской переводной литературы первой четверти XIX века».	2017	2030		8000	8100	8300	8800	8700	8900	9050	9250	9400	9500	9700	10500	10200	10500	
					2017	2022		1200	1220	1250	1300	1350	1400									
					2017	2020		1000	1100	1200	1300											
9.4.1	Санкт-Петербургская школа функциональной грамматики		ИЛИ РАН Гл.н.с., чл.-корр. РАН А.В. Бондарко	Издание монографии по онтолингвистике (деиксис) и издание материалов по функциональной грамматике.	2017	2021		15000	15100	15300	15800	15700										
				Подготовка и публикация материалов по когнитивным вопросам детской речи. Создание и пополнение	2022	2026							15900	16100	16300	16600	16900					

				звукового корпуса русского языка Подготовка и издание монографии «Проблемы функциональной грамматики (итоговый том).	2027	2030													17500	17300	17500	18000	
9.4.2	Петербургская школа сравнительно-исторического индоевропейского языкознания		ИЛИ РАН директор, академик Н.Н. Казанский	Подготовка и публикация «Древнегреческая историческая проза (Геродот)», по Гомеру, каузативу индийского языка. Исследование лексикографии балканских языков. Выпуск двух томов «Малого диалектологического атласа балканских языков» (выпуск 13-14). Издание серии работ по категориям индоевропейского глагола. Выпуск двух томов «Малого диалектологического атласа балканских языков» (выпуск 15-16). Подготовка и издание «Сравнительно-исторической грамматики индоевропейских языков». Выпуск двух томов «Малого диалектологического атласа балканских языков» (выпуск 17-1).	2017	2021			17000	17200	17400	17600	18100										
					2022	2026							18000	18200	18400	18600	18800						
					2027	2030													19500	19400	19600	20000	
9.4.3	Петербургская школа академической лексикографии		ИЛИ РАН зав. словарным отделом, д.фил.н. С.А. Мызников	Подготовка и издание «Большого академического словаря» (т. 25–28) Подготовка и издание Словаря русского языка XVII в. (вып. 22–23); Словаря русских народных говоров (т.	2017	2021			16000	16100	16200	16400	16600										

			<p>48–51); издание Словаря-справочника «Новые слова и значения по нулевым годам XXI в.» и Лексического атласа диалектов русского языка «Природа, животный мир» (т. 1, вып. 1).</p> <p>Подготовка и издание «Большого академического словаря» (т. 29–32) Подготовка и издание Словаря русского языка XVII в. (вып. 24–25); Словаря русских народных говоров (т. 52–54); издание Словаря-справочника «Новые слова и значения по десятым годам XXI в.» и Лексического атласа диалектов русского языка «Природа, растительный мир» (т. 1, вып. 2).</p> <p>Издание справочного тома и подготовка on-line версии Академического словаря. Подготовка и издание Словаря русского языка XVII в. (вып. 26–28); Словаря русских народных говоров (т. 55–58); издание Словаря-справочника «Новые слова и значения по двадцатым годам XXI в.» и Лексического атласа диалектов русского языка «Ландшафт» (т. 2), «Человек» (т. 3).</p>	2022	2026									16800	17000	17200	17400	17600						17800	18000	18200	18500
9.4.4	Петербургская типологическая школа	ИЛИ РАН А.к. Оглоблин, В.С. Храковский	Подготовка и издание коллективной монографии «Таксис в славянских языках».	2017	2021			15000	15100	15300	15800	15700															

				Подготовка и издание монографии «Типология взаимодействия грамматических категорий».	2022	2026								15900	16100	16300	16600	16900					
				Подготовка и издание монографии «Типологический подход к описанию различных языковых семей и ареалов».	2027	2030													17500	17300	17500	18000	
9.4.5	Петербургская школа лингвистов-североведов		ИЛИ РАН Зав. отд., чл.-корр. РАН Е.В. Головки	Создание серии материалов по исследованию языков народов России, издание первого тома. Регулярная публикация архивных материалов по североведению. Экспедиционные обследования языков малых народов России. Исследования в области лексики монгольских языков.	2017	2021			17000	17000	17500	17700	17900										
				Подготовка и издание второго тома серии материалов и исследований языков народов России. Регулярная публикация архивных материалов по североведению. Экспедиционные обследования языков малых народов России.	2022	2026								18000	18300	18500	19000	19500					
				Подготовка и издание третьего тома серии материалов и исследований языков народов России. Регулярная публикация архивных материалов по североведению. Экспедиционные обследования	2027	2030													20000	20300	20500	21000	

				языков малых народов России.																			
9.4.6	Текст, язык, культура, общества: взаимодействие параметров (междисциплинарное исследование современной Африки)		Министерство образования и науки: СПбГУ д.филол.н. А.Ю. Желтов	Будет подготовлена серия публикаций (включая статьи и монографии по различным аспектам африканских реалий), в т.ч. первая в мировой науке монография по диалектологии манден.	2017	2020			3000	3100	3300	3500											
9.4.7	Когнитивная деятельность в ситуациях неопределённости и стресса (обработка языковой и невербальной информации)		Министерство образования и науки: СПбГУ д.б.н., д.ф.н. проф. Т.В. Черниговская, зав. лаб. когнитивных исследований	Будет подготовлена серия статей о психофизиологических закономерностях функционального обеспечения сложной когнитивной деятельности, о специфике обработки неопределенной информации, а также о влиянии стресса или дополнительной когнитивной нагрузки на принятие решений.	2017	2022			4000	4200	4400	4500	4700	4900									
9.5.1	Риски частного и общественного пространства детства		СИ РАН чл.-корр. РАН И.И. Елисеева	Разработаны рекомендации по восприятию детства как особого этапа в жизни человека по результатам обследования подростков и проведение массового обследования детей в общественных организациях.	2017	2022			4000	4100	6200	4300	4400	4500									
9.5.2	Социальное неравенство и социальное благополучие в контексте глобальных и локальных социальных изменений в современном российском обществе		Министерство образования и науки: СПбГУ кафедра теории и истории социологии, проф. д.В. Иванов, д.филол.н., к.психол.н., проф. В.Н. Келасьев, д.с.н., проф. И.Л. Первова	1. Теоретически и эмпирически обоснованная модель сетевых и потоковых структур неравенства, 2. Система показателей (эмпирических индикаторов) распространенности и интенсивности сетевых и потоковых структур неравенства в современном обществе.	2017	2020			9000	9200	9400	9600											
					2021	2021							9800										

				<p>3. Создание теоретической модели сетевых и потоковых структур неравенства и разработка системы соответствующих эмпирических индикаторов – научные результаты, соответствующие уровню поисковых исследований лидеров мирового социологического сообщества.</p> <p>4. Системно ориентированная теория социальной работы, синтезирующая отечественные и зарубежные модели социальной работы, раскрывающая место института социальной работы в структуре общества, направления расширения её функций, дальнейшие перспективы развития социальной работы.</p> <p>5. Разработка конструкта психоэмоционального благополучия применительно к подростковому периоду, периоду взрослости и старения. Разработка психодиагностического инструментария для мониторинга психоэмоционального благополучия различных групп населения.</p>	2022	2023								10000	10200						
					2024	2025									10500	10700					
					2026	2027											10800	11000			
9.5.3	Анализ культурных паттернов и моделей и их трансформации в интернет пространстве.		Министерство образования и науки: СПбГУ д.филос.н., проф. Б.Г. Соколов	1. Отчет, включающий системный и герменевтический анализ ценностных паттернов и культурных	2017	2020			12000	12200	12400	12600									

				моделей архетипов современной глобализационной культуры. 2. Отчет, содержащий анализ современных моделей интернет-идеологий и выявление алгоритмов способов их функционирования и воздействия на различные пользовательские аудитории в медиальной сфере интернета. 3. Отчет, включающий исследование трансформаций ценностных паттернов в медиа-пространстве интернета. 4. Выработка рекомендаций по формированию стратегий воздействия и создание интернет-идеологий.	2021	2023							12800	13000	13200							
					2024	2025									13500	13700						
					2026	2026											17900					
9.6.1	Психоэмоциональное благополучие человека: содержание и факторы развития в разные периоды жизни. I этап. Подготовка к проведению исследования. Пилотажное исследование на группах подростков, ранней взрослости, средней взрослости, поздней взрослости по 20-40 человек. Подбор и отработка инструментария исследования.		Министерство образования и науки: СПбГУ кафедра психологии развития и дифференциальной психологии, д.психол.н., проф. Л.А. Головей	Разработка конструкта психоэмоционального благополучия применительно к подростковому периоду, периоду взрослости и старения. Разработка психодиагностического инструментария для мониторинга психоэмоционального благополучия различных групп населения.	2017	2030			4000	4200	4400	4600	4800	5000	5200	5400	5400	5600	5800	6000	6200	6400

	<p>II этап. Лонгитюдное исследование на подростках в возрасте 10-12 лет – 150 человек, в том числе 50 – учащиеся обычной школы, 50 – воспитанники детского дома, 50 – дети мигрантов. Исследование на этой группе подростков предполагает 4 среза в 2017, 2020, 2023, 2026 годах.</p> <p>III этап. Исследование периода ранней взрослости. Исследование будет проводиться методом когорт, 2018, 2023, 2028 годах. Выборка 150 чел. В каждом замере.</p> <p>IV этап. Исследование средней взрослости. Исследуется методом когорт, замеры через каждые 5 лет в 2019, 2024, 2029 год. Выборка 150 чел. В каждом замере.</p> <p>V этап. Исследование поздней взрослости методом когорт, замеры через каждые 5 лет в 2017 году, 2022, 2027 году. Выборка 150 чел. В каждом замере.</p> <p>VI этап. Обработка данных, анализ и интерпретация данных, проверка и уточнение априорных моделей.</p>																											
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--