



Министерство образования и науки
Российской Федерации



ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



Институт статистических исследований
и экономики знаний

Долгосрочные приоритеты прикладной науки в России

10 лет
Институт статистических
исследований и экономики
знаний НИУ ВШЭ



Министерство образования и науки
Российской Федерации



ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



Институт статистических исследований
и экономики знаний

Долгосрочные приоритеты прикладной науки в России

Москва • 2013

УДК 001.18(04)

ББК 65.497

Д64

Авторский коллектив:

М.Я. Блинкин, Л.А. Вайсберг, А.Ю. Гребенюк, С.А. Добролюбов, О.В. Евсеев, О.В. Ена, И.П. Каминский, О.И. Карасев, Л.Н. Карлин, Н.С. Касимов, М.П. Кирпичников, Л.М. Огородова, М.В. Патрушев, В.О. Попов, Н.В. Равин, А.В. Савкин, К.Г. Скрябин, А.В. Соколов, С.П. Филиппов, А.А. Чулок, А.Б. Ярославцев

Долгосрочные приоритеты прикладной науки в России / под ред. Д64 Л.М. Гохберга. — Москва : Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2013. — 120 с.
ISBN 978-5-9904002-2-1 (в обл.).

Прикладные исследования служат фундаментом технологической модернизации экономики, формирования нового облика секторов и устойчивого экономического роста. Повышение эффективности прикладной науки, использование ее результатов для разработки и продвижения на рынки инновационных продуктов и услуг — первоочередные задачи российской инновационной системы, которые приобретают особую актуальность в связи с заметным истощением научно-технологического задела, созданного еще в советское время.

Определение областей науки и технологий, обладающих максимальным потенциалом для формирования экономики будущего, является одной из целей национального долгосрочного прогноза научно-технологического развития, реализуемого Национальным исследовательским университетом «Высшая школа экономики» по заказу Министерства образования и науки Российской Федерации.

В настоящем докладе представлены приоритеты долгосрочного развития прикладной науки в России по семи направлениям: «Информационно-коммуникационные технологии», «Биотехнологии», «Медицина и здравоохранение», «Новые материалы и нанотехнологии», «Рациональное природопользование», «Транспортные и космические системы», «Энергоэффективность и энергосбережение». По каждому из указанных направлений выделены ключевые тематические области, в рамках которых рассмотрены перспективные инновационные продукты и соответствующие приоритетные задачи прикладной науки, даны оценки состояния отечественных исследований в сравнении с мировыми лидерами.

В основу исследования были положены более 200 материалов, среди которых российские и зарубежные научно-технологические прогнозы, аналитические обзоры и другие публикации по отдельным научным направлениям. Представленные итоговые рекомендации прошли широкое обсуждение с привлечением значительного числа российских и зарубежных экспертов, которые принимали участие в оценке и выборе перспективных направлений прикладных исследований и их верификации.

Приведенные в докладе материалы могут представлять практический интерес для органов государственного управления, компаний, научных организаций, вузов, технологических платформ, территориальных инновационных кластеров.

Издание подготовлено при поддержке Программы «Фонд развития прикладных исследований
Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики».

УДК 001.18(04)

ББК 65.497

ISBN 978-5-9904002-2-1

© Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики», 2013

При перепечатке ссылка обязательна

БЛАГОДАРНОСТИ

Значительный вклад в экспертизу представленных в докладе материалов внесли участники рабочих групп по подготовке проекта государственной программы Российской Федерации «Развитие науки и технологий»:

С.М. Абрамов, И.Р. Агамирзян, Н.Н. Алексеева, Б.С. Алешин, Н.П. Алешин, М.В. Алфимов, В.В. Антипов, А.М. Багин, Ю.Р. Беляев, Н.С. Бортников, В.Н. Васильев, В.Е. Велихов, Р.М. Вильфанд, Э.П. Волков, А.Г. Габибов, С.К. Гулев, О.И. Гурицкий, В.И. Довгий, А.В. Дутов, А.Б. Землянов, Ю.Л. Ижванов, В.А. Ильин, А.В. Кабанов, Е.Н. Каблов, И.А. Каляев, П.П. Каминский, Ю.В. Кистенев, О.В. Климанова, А.В. Клименко, С.К. Колпаков, Л.Н. Комм, А.С. Коротеев, В.М. Котляков, Б.А. Левин, В.А. Лопота, Александр А. Макаров, Алексей А. Макаров, О.С. Нарайкин, Р.И. Нигматулин, В.И. Осипов, Н.Н. Пономарев-Степной, С.Г. Псахье, А.В. Путилов, А.А. Римашевский, А.А. Солдатов, И.А. Соколов, Э.Е. Сон, Д.В. Стамбольский, А.А. Тишков, В.В. Ткачук, М.В. Угрюмов, Ю.М. Урличич, В.Е. Фортов, В.А. Чантурия, В.Н. Чарушин, С.Л. Чернышев, А.Г. Чернявский, М.М. Четвертаков, Б.Н. Четверушкин, Р.М. Шагалиев, С.М. Шаповалов.

Активное участие в обсуждении материалов приняли специалисты отраслевых центров научно-технологического прогнозирования, члены научно-технических советов технологической платформы «Медицина будущего».

Важную роль в организации данного исследования и формировании методических подходов к оценке долгосрочных приоритетов развития прикладной науки сыграл А.К. Пономарев.

Всем указанным коллегам авторский коллектив выражает искреннюю благодарность.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
Методические комментарии	9
Аббревиатуры	10
1. Информационно-коммуникационные технологии	11
1.1. Компьютерные архитектуры и системы.....	12
1.2. Телекоммуникационные технологии.....	14
1.3. Технологии обработки и анализа информации.....	16
1.4. Элементная база и электронные устройства, робототехника.....	18
1.5. Предсказательное моделирование, функционирование перспективных систем	20
1.6. Информационная безопасность	22
1.7. Алгоритмы и программное обеспечение	24
2. Биотехнологии	27
2.1. Научно-методическая база исследований в области биотехнологий.....	28
2.2. Промышленные биотехнологии	30
2.3. Агробиотехнологии	34
2.4. Экологические биотехнологии	37
2.5. Пищевые биотехнологии	39
2.6. Лесные биотехнологии	41
2.7. Аквабиоккультура	43
3. Медицина и здравоохранение	45
3.1. Перспективные лекарственные кандидаты	47
3.2. Молекулярная диагностика	49
3.3. Молекулярное профилирование и выявление молекулярных и клеточных механизмов патогенеза	53
3.4. Биомедицинские клеточные технологии	55
3.5. Биodeградируемые и композитные материалы медицинского назначения	59
3.6. Биоэлектродинамика и лучевая медицина.....	62
3.7. Геномная паспортизация человека	63

4. Новые материалы и нанотехнологии	64
4.1. Конструкционные и функциональные материалы	65
4.2. Гибридные материалы, конвергентные технологии, биомиметические материалы и материалы медицинского назначения	69
4.3. Компьютерное моделирование материалов и процессов	70
4.4. Диагностика материалов	71
5. Рациональное природопользование	73
5.1. Сохранение благоприятной окружающей среды и обеспечение экологической безопасности	74
5.2. Мониторинг состояния окружающей среды, оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера	76
5.3. Изучение недр, поиск, разведка и комплексное освоение минеральных и углеводородных ресурсов	78
5.4. Изучение и освоение ресурсов Мирового океана, Арктики и Антарктики	81
6. Транспортные и космические системы	84
6.1. Развитие единого транспортного пространства	86
6.2. Повышение безопасности и экологичности транспортных систем	88
6.3. Перспективные транспортные и космические системы	89
7. Энергоэффективность и энергосбережение	93
7.1. Эффективная разведка и добыча ископаемых топлив	95
7.2. Эффективная и экологически чистая теплоэнергетика	96
7.3. Безопасная атомная энергетика	98
7.4. Эффективное использование возобновляемых видов энергии	100
7.5. Перспективная биоэнергетика	101
7.6. Глубокая переработка органических топлив	102
7.7. Эффективное аккумулирование электрической и тепловой энергии	103
7.8. Водородная энергетика	104
7.9. Эффективная транспортировка топлива и энергии	105
7.10. Интеллектуальные энергетические системы будущего	105
7.11. Эффективное потребление энергии	106
7.12. Моделирование перспективных энергетических технологий и систем	108
7.13. Разработка прогрессивной электронной компонентной базы для энергетики	109
7.14. Новые материалы и катализаторы для энергетики будущего	110
Список литературы	112

ВВЕДЕНИЕ

Развитие сферы науки и технологий в ведущих странах мира в течение последнего десятилетия ознаменовано поиском новых подходов к научно-технической и инновационной политике для выбора приоритетов финансирования исследований и разработок и принятия эффективных управленческих решений. Определяющая роль в этой системе отведена прикладной науке, обеспечивающей создание научно-технологических заделов, которые выступают своеобразными «мостиками» между фундаментальными исследованиями и отраслевыми технологиями.

Значимость прикладных исследований, прежде всего поискового характера, во многом связана с необходимостью формирования комплексных, междисциплинарных ответов на глобальные вызовы (Grand Challenges), с которыми экономика и общество столкнутся в средне- и долгосрочном периодах [European Commission, 2010с]. Среди них – исчерпание запасов стратегических минеральных ресурсов, поиск альтернативных источников энергии и обеспечение энергетической безопасности; старение населения, изменение образа жизни человека и общества, распространение социально значимых заболеваний; экологизация экономики и тенденция перехода к «неуглеродному» обществу; формирование новых моделей экономического роста; переход мировой экономики на новый этап технологического развития, сопровождающийся коренным изменением отраслевой структуры и факторов конкурентоспособности.

Выбор долгосрочных приоритетов прикладных исследований закладывает фундамент для будущего экономического роста, предопределяет возможности выхода на перспективные рынки или создания новых, базу для технологической модернизации секторов экономики, требования к необходимым навыкам и компетенциям работников.

Для российской инновационной системы этот вопрос особенно актуален не только по причине исторически сложившихся разрывов между наукой и бизнесом, но и в связи с заметным истощением научно-технологического задела, созданного еще в советское время [Гохберг, Кузнецова, 2011]. Поддержка скоординированной программы прикладных исследований, направленных на создание необходимых заделов, практически выпала из повестки научно-технической и инновационной политики, оказавшись на «стыке» зон ответственности различных министерств, ведомств и госкомпаний.

Сегодня перед Россией стоит амбициозная цель – переход в «новую лигу» стран с высоким уровнем жизни населения, – реализация которой невозможна в рамках исчерпавшей себя сырьевой модели роста [Послание Президента Российской Федерации Федеральному собранию, 2012]. Для этого предстоит решить двуединую

задачу, связанную не только с прорывами на высокотехнологичные мировые рынки, но и с модернизацией традиционных секторов экономики. Очевидно, что от того, удастся ли отечественной экономике вписаться в новую технологическую волну, которая, по существующим оценкам, уже началась [Перес, 2011], во многом зависит дальнейшее позиционирование России в глобальных цепочках создания стоимости. Это, в свою очередь, потребует консолидации усилий всех ключевых участников: бизнеса, науки, государства, сферы образования.

Сказанное выше обуславливает значимость идентификации долгосрочных приоритетов развития на базе комплексного подхода, учитывающего как внешние рамки — мировые тренды, вызовы, окна возможностей, — так и внутренние ограничения. Определение областей исследований, обладающих максимальным потенциалом для формирования экономики будущего, стало одной из целей долгосрочного прогноза научно-технологического развития, реализуемого Национальным исследовательским университетом «Высшая школа экономики» по заказу Министерства образования и науки Российской Федерации [Соколов, Чулок, 2012].

В основу исследования были положены более 200 материалов, среди которых российские и зарубежные научно-технологические прогнозы, аналитические обзоры и другие публикации по отдельным научным направлениям. Представленные ниже итоговые рекомендации были подготовлены с привлечением значительного числа экспертов, которые принимали участие в оценке и выборе перспективных направлений прикладных исследований и их верификации в рамках целой серии специализированных мероприятий, включая:

- экспертные панели, организованные в 2011–2012 гг. с участием более 150 ведущих российских и зарубежных ученых;
- международные семинары и конференции, в том числе в крупнейших мировых научных центрах и университетах (Ассоциации передовых прикладных исследований (США), Австрийском технологическом институте, Пекинском технологическом институте, Гренобльской школе менеджмента и др.);
- заседания Международного консультативного совета по Форсайту (International Foresight Advisory Board), функционирующего на базе Института статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ и объединяющего ведущих зарубежных специалистов в области Форсайт-исследований — представителей международных организаций (ОЭСР, ЮНИДО, Еврокомиссии и др.) и Форсайт-центров (Института перспективных технологических исследований ЕС, Фраунгоферовского института системных и инновационных исследований, университетов Манчестера, Оттавы, Гейдельберга и др.).

Полученные результаты были использованы при подготовке государственной программы Российской Федерации «Развитие науки и технологий», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации № 2433-р от 20 декабря 2012 г.

Настоящий доклад содержит семь разделов, соответствующих приоритетным направлениям развития науки и технологий: «Информационно-коммуникационные технологии», «Биотехнологии», «Медицина и здравоохранение», «Новые материалы и нанотехнологии», «Рациональное природопользование», «Транспортные и космические системы», «Энергоэффективность и энергосбережение». По каждому из указанных направлений выделены ключевые тематические области, в рамках которых

рассмотрены перспективные инновационные продукты и соответствующие приоритетные задачи прикладной науки, даны оценки состояния отечественных исследований в сравнении с мировыми лидерами.

Таким образом, результаты долгосрочного прогноза отражают заделы в сфере науки и технологий, которые могут служить плацдармом для создания «точек входа» России на мировые рынки, интеграции в международные альянсы, позиционирования нашей страны как центра глобального технологического развития. Вместе с тем следует отметить, что по ряду направлений, которые будут определять облик будущей экономики, в России сохраняются «белые пятна», связанные со значительным отставанием отечественной науки от мирового уровня либо даже с полным отсутствием соответствующего исследовательского потенциала.

Приведенное в докладе описание долгосрочных приоритетов прикладной науки может представлять практический интерес для органов государственного управления, компаний, научных организаций, вузов, технологических платформ, территориальных инновационных кластеров.

НИУ ВШЭ планирует продолжить публикацию серии аналитических докладов, посвященных результатам Форсайт-исследований в сфере науки и технологий.

МЕТОДИЧЕСКИЕ КОММЕНТАРИИ

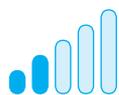
Для выбора приоритетов прикладной науки, направленных на создание научно-технологических заделов, применялся ряд критериев. К приоритетным были отнесены исследования, которые:

- могут привести к появлению в долгосрочной перспективе новых рынков или рыночных ниш, продуктов с новыми свойствами, инновационных услуг;
- носят междисциплинарный, межотраслевой характер;
- позволят ответить на вызовы, стоящие перед приоритетным направлением;
- способствуют формированию технологической платформы будущей экономики и общества;
- способны решить ключевые научные проблемы в рассматриваемом направлении, создать задел на будущее.

Для каждой тематической области была дана оценка уровня российских исследований по следующей шкале:



«белые пятна» — существенное отставание от мирового уровня, отсутствие (или утрата) научных школ;



«заделы» — наличие базовых знаний, компетенций, инфраструктуры, которые могут быть использованы для форсированного развития соответствующих направлений исследований;



«возможность альянсов» — наличие отдельных конкурентоспособных коллективов, осуществляющих исследования на высоком уровне и способных «на равных» сотрудничать с мировыми лидерами;



«паритет» — уровень российских исследований не уступает мировому;



«лидерство» — российские исследователи являются лидерами на мировом уровне;



оценки экспертов находятся в диапазоне между несколькими значениями.

АББРЕВИАТУРЫ

АЦП	Аналого-цифровой преобразователь
АЭС	Атомная электростанция
ГЛОНАСС	Глобальная навигационная спутниковая система
ДНК	Дезоксирибонуклеиновая кислота
КПД	Коэффициент полезного действия
ИКТ	Информационно-коммуникационные технологии
ИиР	Исследования и разработки
КМОП	от Complementary-symmetry/metal-oxide semiconductor – Комплементарная логика на транзисторах металл-оксид-полупроводник
МРТ	Магнитно-резонансная томография
РНК	Рибонуклеиновая кислота
СБИС	Сверхбольшая интегральная схема
СУБД	Система управления базами данных
ЦАП	Цифро-аналоговый преобразователь
ЭВМ	Электронно-вычислительная машина
ЯМР	Ядерно-магнитный резонанс
BI	Business Intelligence – Бизнес-аналитика
GPS	Global Positioning System – Система глобального позиционирования
IoT	Internet of Things – «Интернет вещей»
МОХ-топливо	Mixed-Oxide fuel – Смешанное оксидное топливо

1 ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) выступают одним из ключевых драйверов перехода к экономике, основанной на знаниях. Их развитие способствует повышению качества жизни населения, эффективности ведения бизнеса и государственного управления, возникновению новых форм получения образования, коммуникации и социализации людей, обеспечению доступа к различным видам информации.

Несмотря на то, что сфера ИКТ характеризуется весьма динамичным жизненным циклом технологий, продуктов и услуг, роль научно-технологических заделов для этого направления остается крайне значимой. По результатам работы экспертных панелей были выделены восемь наиболее перспективных для России тематических областей прикладных исследований (рис. 1.1).

Среди результатов, которые могут быть получены в период до 2030 г., – прототипы систем, реализующих новые принципы организации вычислений, и мультязычных программных систем извлечения и формализации знаний; технологии обработки информации для решения проблем сверхбольших массивов данных (Big Data); новые аналитические инструменты (Next-Generation Business Intelligence), включая персональные аналитические системы, средства обработки данных, поступающих в режиме реального времени, мобильной аналитики и др.

Самые высокие темпы роста рынков применения указанных научно-технологических достижений прогнозируются в здравоохранении, энергетике, машиностроении и на транспорте, а также в сфере персонального потребления ИКТ-продуктов и услуг. В среднесрочной перспективе (до 2020 г.), по оценкам экспертов, ожидаются внедрение электронных паспортов здоровья, развитие распределенных сетей телемедицинских центров, разработка системы контроля качества и безопасности лекарственных средств и медицинских услуг. К 2025 г. появятся медицинские микроустройства, встраиваемые в тело человека и обеспечивающие поддержание его жизненно важных функций; технологии обмена унифицированной информацией между транспортными средствами; методы повсеместного позиционирования и идентификации объектов в концепции «Интернет вещей»; перспективные платформы сбора, обобщения и представления контента и знаний. Экспертами отмечается возможность интеграции встраиваемых цифровых устройств в продукты машиностроения, развития технологий программирования для встраиваемых систем.

Эволюция облачных вычислений, создание новых архитектур и принципов организации вычислений влекут за собой трансформацию программного обеспечения и внедрение инновационных изменений в бизнес-стратегии предприятий всех

секторов экономики. Колоссальный рост объемов информации, доступной для анализа, создает основу для радикального повышения эффективности управленческих решений, в том числе в сегменте аналитических бизнес-приложений (Business Intelligence).

Однако, по мнению экспертов, компетенции отечественных разработчиков охватывают далеко не все направления прикладных исследований, требуемых для занятия значимых позиций на перспективных рынках. Среди наиболее развитых областей – «Новые технологии передачи информации, организации сетей, распространения контента». По таким направлениям, как «Технологии автоматизированного проектирования элементной базы», «Новые технологии передачи информации», «Технологии и системы цифровой реальности, перспективные интерфейсы между человеком и ИКТ», уровень российских исследований высокой оценки не получил.

Рис. 1.1 Тематические области направления «Информационно-коммуникационные технологии»



1.1 Компьютерные архитектуры и системы

Ожидаемые результаты задельных исследований:

- прототипы систем, реализующих новые принципы организации вычислений;

- прототипы элементов вычислительных систем, реализующих перспективные принципы сопряжения, хранения и информационного обмена;
- исследовательские модели и прототипы компонентов вычислительных архитектур, построенных на новых парадигмах, в том числе нейро-, био-, оптических, квантовых, системы самосинхронизации, рекуррентности.

Перспективные направления задельных исследований в тематической области «Компьютерные архитектуры и системы»

Области задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Эксафлопсные суперЭВМ		<p>Разработка высокопроизводительных и распределенных ИКТ (экса- и зеттафлопсных, серверных и персональных петафлопсных суперЭВМ, параллельных вычислений)</p> <p>Создание многоядерных вычислительных установок на базе стандартных универсальных микропроцессоров</p> <p>Разработка перспективной коммуникационной инфраструктуры суперкомпьютеров, включая аппаратную поддержку новых парадигм организации параллельного счета</p> <p>Создание энергоэффективных вычислительных установок, технологий низкого энергопотребления и «интеллектуального» управления энергопотреблением</p> <p>Создание перспективных технологий хранения данных в составе суперкомпьютерных комплексов: методов сопряжения хранилищ с вычислителем, новых подходов к организации хранения данных, совмещения хранения с частичной обработкой, технологий повышения емкости, производительности и энергоэффективности хранилищ</p> <p>Разработка систем мониторинга и управления ресурсами суперкомпьютеров</p> <p>Разработка вспомогательной инфраструктуры систем сверхбольшого масштаба: охлаждения, электропитания, пожарной безопасности, эргономики</p>
Вычислительные алгоритмы и программное обеспечение для систем сверхвысокой производительности		<p>Создание систем автоматизации параллельного программирования для различных вычислительных архитектур</p> <p>Создание систем и языков программирования, систем автоматизации построения приложений для нетрадиционных (гибридных) архитектур</p> <p>Разработка средств программирования вычислений в процессе передачи информации</p>
Распределенные системы и архитектуры		<p>Разработка методов и технологий распределенных вычислений (в том числе с поддержкой grid-технологий, метакомпьютинга, сетевых вычислительных сервисов и технологий облачных вычислений)</p> <p>Создание архитектур распределенных хранилищ данных с бессрочным хранением и защищенным контролем доступа</p> <p>Разработка новых технологий регистрации, авторизации и аутентификации пользователей, сервисов и ресурсов в распределенных компьютерных системах</p>

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Создание новых Интернет-архитектур (сетей, формируемых по запросам, сети сетей и др.)</p> <p>Создание вычислительных систем, построенных за счет сетевого объединения ресурсов территориально разнесенных вычислительных установок: вычислительных ресурсов, объемов хранилищ, коллекций данных, канальных емкостей и др.</p> <p>Использование сетей персональных компьютерных устройств для распределенной обработки данных</p>
<p>Новые архитектуры серверных и персональных компьютерных устройств</p>		<p>Создание вычислительных установок с использованием нестандартных устройств обработки данных и ускорителей</p> <p>Разработка технологий низкого энергопотребления и «интеллектуального» управления энергопотреблением для серверов и персональных компьютеров</p> <p>Разработка технологий автономного электропитания мобильных устройств с высокой энергоемкостью</p> <p>Разработка технологий бесконтактного электропитания (подзарядки) мобильных устройств</p>
<p>Новые парадигмы организации и реализации вычислительных процессов, новые технологии создания компьютерных устройств</p>		<p>Организация мультитредовых вычислений</p> <p>Организация вычислений, управляемых потоками данных (Dataflow Computations)</p> <p>Разработка технологий повсеместных (ubiquitous) вычислений</p> <p>Разработка процессоров в памяти (Processor-in-Memory)</p> <p>Разработка технологий гибридных комплексов обработки данных с использованием узлов и систем, построенных на различных физических принципах</p> <p>Создание перспективных устройств на базе квантовых, нейро- и биовычислений</p> <p>Создание оптических процессоров и систем</p>

1.2 Телекоммуникационные технологии

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- прототипы сетей и элементов коммуникационных инфраструктур с телекоммуникационными скоростями передачи информации;
- прототипы сетей, реализующих новые принципы организации, в том числе когнитивных, гибридных, адаптивных реконфигурируемых, гетерогенных;
- прототипы систем с гарантированным динамическим выделением ресурса;
- прототипы исследовательских сетей нового поколения, обеспечивающих передачу больших объемов данных, получаемых в результате научных экспериментов, распределенную обработку научной информации, совместную работу распределенных научных групп.

Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Телекоммуникационные технологии»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Новые технологии передачи информации		<p>Исследование потенциальных возможностей оптических сетей и разработка технологий достижения терабитовых скоростей передачи информации</p> <p>Разработка технологий передачи информации и взаимодействия различных сетевых оптических устройств без преобразования сигналов в электрическую форму</p> <p>Исследование возможностей систем передачи информации в диапазоне видимого оптического света и инфракрасном диапазоне</p> <p>Исследование и разработка методов и систем защиты оптических сетей</p> <p>Оценка пределов возможного использования выделенного спектра частот, адаптивного использования спектра, разработка новых протоколов маршрутизации в беспроводных сетях, учитывающих загрузку ее отдельных сегментов, а также энергетически эффективных систем беспроводного широкополосного доступа</p> <p>Исследование и разработка инновационных спутниковых технологий и методов передачи и обработки сигналов, обеспечивающих эффективное использование радиочастотного диапазона</p>
Новые технологии организации сетей		<p>Исследование и разработка технологий программируемых сетей (Session Description Protocol), сервис-ориентированных сетей (Service-Oriented Architecture), IP мультимедиа сетей (IP Multimedia Subsystem)</p> <p>Исследование процессов самоорганизации в компьютерных сетях, когнитивных компьютерных сетей, адаптивного взаимодействия гетерогенных сетей</p> <p>Разработка методов моделирования сложных телекоммуникационных сетей и систем, учитывающих различные аспекты динамики, масштабируемости, топологии и гетерогенности</p> <p>Разработка методов создания многоканальных mesh-сетей с поддержкой гарантированного качества услуг</p>
Новые технологии распространения контента		<p>Создание систем и распределенных сетей доставки информации, разработка контент-ориентированных сетевых архитектур</p> <p>Разработка перспективных систем цифрового вещания: 3D-телевидения, интерактивного телевидения, видеоинформационных интерактивных и интегрированных мультимедийных систем, индивидуализации контента при бродкастинге</p> <p>Разработка систем гарантированной доставки контента при динамическом изменении расположения пользователей, инфраструктуры сети, сетевых задержек и т. д.</p> <p>Исследования в области интеграции телевизионного вещания и Интернета</p>
Технологии и системы цифровой реальности и перспективные интерфейсы между человеком и ИКТ		<p>Создание перспективных интерфейсов между человеком и ИКТ: управление жестами, мимикой, «умная» одежда, мозг-машинные интерфейсы и др.</p> <p>Исследования в области технологий и приложений виртуальной реальности</p>

1.3 Технологии обработки и анализа информации

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- прототипы мультязычных программных систем извлечения и формализации знаний из неструктурированной и слабоструктурированной информации, а также перспективных средств хранения и анализа знаний;
- прототипы, основанные на новых принципах программных систем обработки, поиска, анализа и визуализации, в том числе программные системы принятия решений и идентификации ситуаций на основе сверхбольших массивов и потоков данных;
- прототипы программных систем анализа сложных трехмерных сцен по изображениям и видеоряду в режиме реального времени;
- исследовательские модели и прототипы программных систем хранения, обработки и анализа сверхбольших мультикомпонентных потоков информации, в том числе медиаинформации.

Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Технологии обработки и анализа информации»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
<p>Методы и технологии сбора, обработки, анализа и хранения сверхбольших объемов информации</p>		<p>Разработка новых методов ведения и интеграции электронных информационных ресурсов, электронных библиотек и архивов</p> <p>Управление экстремальными потоками информации</p> <p>Разработка технологий сбора информации в естественной среде, перспективных сенсорных сетей и систем мониторинга, «Интернет вещей» (Internet of Things – IoT)</p> <p>Разработка перспективных технологий сбора, трансформации, анализа и визуализации сверхбольших массивов неструктурированных и слабоструктурированных данных</p> <p>Расширение реляционных и объектных СУБД и создание новых СУБД для масштабируемого хранения научных данных</p> <p>Создание масштабируемых средств статистического анализа и обработки данных, разработка масштабируемых алгоритмов и программ для работы с многопараметрическими, многомерными, иерархическими и многомасштабными сверхбольшими наборами данных</p> <p>Создание новых средств и протоколов управления вводом-выводом, выборкой данных и выполнения запросов для прозрачного взаимодействия с глобальными системами хранения данных, средств глобального (wide area) доступа, перемещения и запросов данных</p> <p>Создание российских сегментов связанных открытых данных (Linked Open Data) для различных предметных областей</p>
<p>Новые технологии работы с мультимедийной информацией</p>		<p>Технологии распознавания и синтеза речи, изображений, видеоинформации, машинного перевода текстов и речи</p>

(продолжение)

Области задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Исследования в области создания эффективных форм представления информации, контента и знаний (объемное и ультравысокой четкости (Ultra high-definition) изображение, виртуальная и дополненная реальность, виртуальное погружение, мультимедиа, инфографика, цифровая голография)</p> <p>Разработка технологии трехмерной визуализации (объемный «экран»), трехмерных браузеров</p>
<p>Новые технологии работы с текстовой и слабоструктурированной информацией</p>		<p>Формирование электронных словарей, поисковых систем (в том числе поисковых машин Интернет), систем автоматизированного аннотирования и реферирования текстов, фильтрации контента</p> <p>Разработка семантических технологий, автоматизированный анализ текстовых документов на естественном языке для построения базы знаний, извлекаемых из Web-ресурсов</p> <p>Создание моделей и технологий машинного перевода на основе метода дистрибутивной семантики</p> <p>Решение проблем совместимости контента в гетерогенных сетях, обеспечение семантической интероперабельности информационных систем и сервисов</p> <p>Разработка технологий формализации и извлечения знаний из неструктурированной и слабоструктурированной информации, формирование совместно используемых онтологий и баз знаний</p> <p>Разработка технологий отбора и агрегирования информации из распределенных источников в соответствии с индивидуальными предпочтениями</p> <p>Разработка технологий конструирования глобальных систем интеграции информации</p>
<p>Перспективные Web-технологии и системы</p>		<p>Моделирование развития «цифровой вселенной»</p> <p>Разработка методов структурирования новостных потоков в социальных сетях</p> <p>Разработка методов выявления сообществ в социальных сетях и связей между ними</p> <p>Формирование IoT, включая сенсорные сети на его низовых уровнях с применением датчиков и исполнительных органов на новых физических принципах, «повсеместное» позиционирование и «повсеместная» идентификация объектов в IoT, интерфейсы пользователей с объектами в IoT на основе новых когнитивных принципов</p> <p>Разработка технологий отбора и агрегирования информации из распределенных источников в соответствии с индивидуальными предпочтениями абонента</p> <p>Создание контекстно-ориентированных систем, использующих сведения о местоположении и профиле (социальном, эмоциональном, культурном и др.)</p>
<p>Новые технологии анализа информации (Next Generation BI)</p>		<p>Создание персонально проектируемого BI (Self-service BI), повсеместного BI (Pervasive BI)</p>

(окончание)

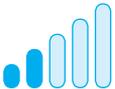
Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка VI-приложений, выполняемых в оперативной памяти (In-Memory Analytics)</p> <p>Разработка VI на неструктурированной информации (тексты, речь, видео и др.)</p> <p>Создание VI-компонент, реализуемых в составе СУБД</p> <p>Создание VI-систем, реализуемых в среде облачных вычислений (VI Cloud Solutions)</p> <p>Разработка VI-приложений для сверхбольших данных (Large Data Volumes VI)</p> <p>Разработка мобильного VI (Mobile VI)</p> <p>Разработка VI-приложений с открытым кодом (Open Source VI)</p> <p>Разработка VI-решений, основанных на поиске (Search-Based VI)</p> <p>Создание коллаборативных VI-систем (Collaboration VI and Decision Making)</p> <p>Разработка VI в области информационной безопасности (Cyber Analytics)</p>

1.4 Элементная база и электронные устройства, робототехника

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- исследовательские и опытные образцы сложно-функциональных блоков интегральных схем с учетом качественно новых эффектов, в том числе взаимного влияния элементов и подложки;
- опытные образцы микропроцессоров и коммуникационных сверхбольших интегральных схем на основе самосинхронной логики с локально-асинхронными механизмами самоконтроля и парирования ошибок;
- прототипы элементной базы на основе квантовых эффектов, одноэлектроники, спинтроники и фотоники;
- прототипы биоподобных и антропоморфных робототехнических устройств, самообучающихся роботов, искусственных нервных систем роботов, систем группового управления роботами.

Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Элементная база и электронные устройства, робототехника»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Перспективные технологии автоматизированного проектирования элементной базы		Разработка математических, логических, схемотехнических, топологических и других формальных моделей приборов, библиотечных элементов и сложно-функциональных блоков интегральных схем с транзисторами нанометрового размера с учетом возрастающего взаимного влияния элементов, влияния подложки, температурных и электромагнитных полей

(продолжение)

Области задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Развитие средств моделирования для обеспечения автоматизированного проектирования цифровых, аналоговых, смешанных и радиотехнических СБИС с нанометровыми проектными нормами</p> <p>Исследование доминирующего влияния межсоединений на быстродействие СБИС с малыми геометрическими размерами, включая новые технологические решения проектирования межсоединений, в том числе трехмерную интеграцию и оптические межсоединения</p> <p>Разработка алгоритмов и методов синтеза и оптимизации схемных решений с учетом топологической и технологической реализации</p> <p>Обеспечение помехоустойчивости цифровых и аналого-цифровых интегральных схем</p> <p>Интеграция средств моделирования тестовых последовательностей и средств ускоренного статического анализа быстродействия, шумов, токов потребления на основе использования методов интервального моделирования на логическом и схмотехническом уровнях</p>
Использование новой элементной базы для создания перспективных ИКТ		<p>Создание квантового компьютера, разработка элементной базы и алгоритмов управления отдельными элементами для вычислений на основе квантового формализма</p> <p>Создание устройств на основе одноэлектроники, спинтроники и эффектов квантования магнитного момента</p> <p>Разработка элементной базы на основе нанофотоники, в которой передача информации и энергии осуществлялась бы отдельными фотонами</p> <p>Обеспечение сопряжения традиционных КМОП-приборов с альтернативными методами хранения и передачи информации (на основе нанопроводников, нанотрубок, мемристоров, на базе квантовых эффектов и др.)</p> <p>Исследование свойств перспективной элементной базы на основе изучения электронно-дырочной плазмы основных элементов: транзисторов, диодов</p> <p>Развитие принципов проектирования гетерогенных интегральных схем с микромеханическими, оптоэлектронными, магниточувствительными сложно-функциональными блоками</p>
Технологии создания сложных функциональных блоков для элементной базы		<p>Разработка производительных методов характеристики сложно-функциональных блоков с учетом вариаций технологических параметров</p> <p>Разработка параметризованных сложно-функциональных блоков, обеспечивающих эффективную адаптацию к различным архитектурам систем на кристалле</p> <p>Разработка методов и аппаратных решений для прецизионного измерения временных параметров запоминающих устройств, встраиваемых в системы на кристалле</p> <p>Выбор технологической базы для разработки прецизионных высокоскоростных аналого-цифровых устройств</p> <p>Разработка архитектуры ЦАП и АЦП, учитывающей особенности технологической базы и содержащей устройства автокалибровки и автоподстройки, системы синхронизации с минимальной временной нестабильностью</p>

(окончание)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка перспективных технологий интеграции аналого-цифровых устройств в системы на кристалле, включая методы монтажа кристалла в корпусе, минимизирующие влияние процесса корпусирования на параметры аналого-цифровых устройств</p> <p>Разработка перспективных методов измерения характеристик прецизионных высокоскоростных ЦАП и АЦП</p>
Робототехника		<p>Исследование целенаправленного поведения интеллектуальных роботов и коллективов роботов, в том числе на основе бионических принципов</p> <p>Исследование моделей принятия решений и управления в биологических структурах</p> <p>Разработка методов построения и функционирования искусственных нервных систем роботов</p> <p>Разработка методов и систем распознавания образов и трехмерных сцен</p> <p>Разработка технологий создания биоподобных и антропоморфных робототехнических устройств и систем</p> <p>Разработка математического и программного обеспечения проблемно-ориентированных информационно-управляющих систем интеллектуальных роботов различных типов (микророботов, бытовых роботов, беспилотных летательных аппаратов, необитаемых подводных аппаратов и т. д.)</p> <p>Разработка бесконтактной безмаркерной технологии распознавания жестов и движений для дистанционного управления робототехническими устройствами</p>

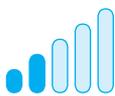
1.5 Предсказательное моделирование, функционирование перспективных систем

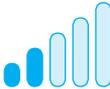
Ожидаемые результаты заделных исследований:

- прототипы программных систем предсказательного моделирования сложных систем (технических, социально-экономических, политических, транспортных и др.) и свойств физических, химических, биологических и других объектов с выходом на уровень предсказательной точности и сложности, недостижимый в настоящее время;
- прототипы программных систем, реализующих новые модели процессов в природе, обществе, гуманитарной сфере, киберпространстве и других областях;
- прототипы программных систем автоматизированного управления большими системами (социально-экономическими, техническими, транспортными и т. д.) на основе новых принципов, моделей и процессов управления;

- прототипы программных систем, в которых реализуются гибридные модели когнитивных механизмов и речемыслительной деятельности человека, технологии моделирования человеческого интеллекта;
- исследовательские модели и прототипы устройств с новыми принципами организации взаимодействия «человек — компьютер».

Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Предсказательное моделирование, функционирование перспективных систем»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Моделирование сложных систем и процессов		<p>Формирование математических, логических, семиотических, лингвистических и других формально-языковых моделей сложных систем и процессов</p> <p>Разработка методов предсказательного моделирования сложных технических систем, физических, химических, биологических, экономических, геологических, климатических, социальных и других процессов</p> <p>Формирование моделей и прототипов систем прогнозирования в различных областях (экономике, метеорологии, сейсмологии, геологии, для прогнозирования техногенных катастроф, социальных явлений, эпидемий и пр.), на основе интеллектуальной обработки данных, поступающих в режиме реального времени</p>
Интеллектуальные системы управления и поддержки принятия решений		<p>Разработка методов и средств высокоточной навигации</p> <p>Разработка методов интеллектуальной обработки информации и поддержки принятия решений</p> <p>Разработка технологий моделирования человеческого интеллекта, обеспечивающих автоматизированное принятие сложных решений</p> <p>Исследование моделей принятия решений в биологических структурах (нейроморфные вычисления)</p> <p>Создание перспективных сенсорных сетей, систем «Умный дом», «Умное предприятие», «Умные энергосети», «Умный город» и др.</p> <p>Исследование базирующихся на ИКТ средств поддержки качества жизни пожилого населения и лиц с ограниченными возможностями</p> <p>Исследования в области применения информационных технологий для снижения выброса парниковых газов (эквивалентов) отраслевыми производствами</p> <p>Разработка технологий инфраструктурного обеспечения функционирования предметно-ориентированных ИКТ научных мегапроектов</p> <p>Разработка предметно-ориентированных ИКТ: электронного правительства (e-government), электронной медицины (e-health), электронного банкинга (e-banking), электронного образования (e-learning)</p> <p>Создание единой управляющей среды и единого информационного пространства транспортной инфраструктуры (среды обмена унифицированной информацией между транспортными средствами)</p> <p>Исследования в области медицинских микроустройств, встраиваемых в тело человека и обеспечивающих контроль состояния здоровья и поддержание жизненно важных функций</p>

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		Создание виртуальных офисов без снижения эффективности коллективной деятельности компаний, предприятий. Разработка технологий, обеспечивающих массовое распространение удаленного и распределенного режима работы сотрудников
Средства проектирования и поддержки функционирования ИКТ		Создание систем и средств идентификации технических и информационных объектов в процессе их жизненного цикла Разработка методов и средств автоматической верификации прикладного программного обеспечения Разработка методов и средств автоматизации проектирования сложных ИКТ

1.6 Информационная безопасность

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- прототипы средств защиты компьютерных инфраструктур на основе принципиально новых парадигм, в том числе квантовой криптографии и компьютеринга, нейрокогнитивных принципов;
- прототипы перспективных средств и программных систем защиты данных с учетом новых принципов организации информации и взаимодействия информационных объектов, в том числе глобальной интеграции информационных систем, повсеместного доступа к приложениям, новых протоколов Интернет, виртуализации, социальных сетей, данных мобильных устройств и геолокации;
- прототипы, основанные на новых принципах программных систем биометрической идентификации, обработки, интеграции и анализа мультимодальных биометрических данных, в том числе в целях их использования в новых областях (социальный Web; приложения, использующие геоконтекст; обеспечение сохранности имущества; игры и др.).

Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Информационная безопасность»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Технологии надежной идентификации и аутентификации в ИКТ		Исследование проблем строгой аутентификации и доверенной загрузки в ИКТ с помощью криптографических преобразований, в том числе с учетом использования технологий квантовой криптографии Создание систем управления идентификационной информацией при ее распределенной обработке в корпоративных и публичных сетях Разработка технологий аутентификации и разграничения доступа на базе глобальных систем идентификации

(продолжение)

Области задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Надежные и доверенные архитектуры, протоколы, модели		<p>Создание защищенных линий связи нового поколения, основанных на квантовых эффектах кодирования и передачи информации, а также элементной базы для таких линий</p> <p>Исследование проблем и создание моделей обеспечения безопасности в системах распределенной обработки данных, в том числе при реализации грид-вычислений и виртуализации предоставления ресурсов по типу облачных вычислений</p> <p>Построение безопасных информационных систем с использованием недоверенных программных и аппаратных компонентов</p> <p>Разработка доверенных ИКТ на базе аналитических и имитационных моделей (архитектура, перспективные технические решения, регламенты и протоколы функционирования)</p> <p>Формирование моделей интеграции средств защиты информации, базовых компонентов, специализированных и наложенных, при проектировании ИКТ, целевой настройки в соответствии с политикой информационной безопасности</p> <p>Разработка методов повышения надежности, живучести и катастрофостойчивости ИКТ</p>
Технологии обеспечения защиты персональных данных		<p>Обобщение нормативно-прикладной отечественной и международной практики в области системных ситуаций и уязвимости в ИКТ различного класса и назначения (вида) при защите персональных данных</p> <p>Классификация контента информационных ресурсов по признакам включения персональных данных, соотнесение его классов с видами ИКТ, выработка метрики уровней защиты персональных данных при этих соотношениях и методик их оценки</p> <p>Разработка технологий защиты персональных данных в больших информационных массивах</p> <p>Разработка технологий, ориентированных на конфиденциальность пользователя (User-Centric Privacy)</p> <p>Разработка технологий создания доверенных архитектур, протоколов, моделей</p> <p>Разработка технологий защиты персональных данных в системах распределенной обработки информации</p>
Методы и средства биометрической идентификации личности		<p>Применение комплексных подходов к объединению различных биометрических характеристик для повышения надежности биометрической идентификации личности</p> <p>Создание адекватных моделей образов биометрических характеристик и построение эффективных алгоритмов поиска в биометрических массивах данных</p> <p>Разработка алгоритма и технических решений с высоким уровнем эффективности идентификационного распознавания, экономичности и комфортности использования в информационных технологиях</p>

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Противодействие новым вызовам информационной войны и киберпреступности в ИКТ		<p>Формирование банка системных ситуаций по новым направлениям вызовов информационной войны и киберпреступности в среде современных и развивающихся ИКТ, их характеристическая факторизация в части противодействия</p> <p>Разработка технологий противодействия атакам в виртуальных компьютерных сетях типа Botnet</p> <p>Разработка интеллектуальных технологий защиты информации нового класса, обладающих свойством адаптивной подстройки под изменяющиеся механизмы проявления кибератак</p> <p>Разработка новых технологий мониторинга реального уровня защищенности критически важных информационных сегментов ИКТ в условиях проявления кибервоздействий</p> <p>Разработка технологий интеллектуальной фильтрации Web-контента и доступа к нему</p> <p>Использование публичных сетей для скрытой передачи данных</p>

1.7 Алгоритмы и программное обеспечение

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- перспективные языки и прототипы систем программирования, реализующие новые и объединяющие существующие парадигмы, в том числе объектно-ориентированные, функциональные, логические, языки спецификаций, «программирование без программиста», предметно-ориентированные, программирование на естественном языке, с поддержкой доказуемости различных свойств программ;
- прототипы компонентов перспективного системного программного обеспечения, в том числе обеспечивающие повышение производительности обработки информации, достоверное доказательство выполнения требований, поддержку перспективных архитектур и др.;
- исследовательские модели и алгоритмы, адаптируемые к вычислительным системам нового поколения;
- прототипы программных систем, реализующих новые модели организации параллельных вычислений;
- прототипы программных систем, реализующих новые принципы распределенных вычислений на базе сети компьютеров и мобильных устройств частных владельцев;
- прототипы программных систем и операционных систем с локально-асинхронными механизмами самоконтроля и парирования ошибок;
- исследовательские модели и прототипы автоматизированных и автоматических систем анализа программ (включая доказательство их различных свойств) и преобразования программ (включая оптимизацию по различным критериям, распараллеливание, инверсию, композицию и вывод новых программ из существующих);

- исследовательские модели и прототипы программных систем машинного обучения, основанных на новых методах и алгоритмах, в том числе обработки сверхбольших и разрозненных источников информации.

Перспективные направления задельных исследований в тематической области «Алгоритмы и программное обеспечение»

Области задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
<p>Перспективные парадигмы и технологии программирования, языки и системы</p>		<p>Создание языков высокого уровня для программирования на вычислительных системах новых архитектур</p> <p>Создание систем автоматизации программирования, облегчающих анализ программного комплекса, помогающих выполнить преобразование программ, необходимых для их эффективной работы, в первую очередь на параллельных ЭВМ новых архитектур</p> <p>Разработка языков программирования сверхвысокого уровня, реализующих новые и объединяющих существующие парадигмы и языки (объектно-ориентированные, функциональные, логические, языки спецификаций и др.)</p> <p>Разработка методов анализа и преобразования формально-языковых моделей, в том числе программ (оптимизация, специализация, распараллеливание, верификация, отображение программ из одной парадигмы в другую и т. д.)</p> <p>Создание человеко-машинных систем анализа и преобразований программ и формально-языковых моделей, интегрированных систем разработки надежного, доказуемо корректного программирования</p> <p>Создание систем и языков программирования для нетрадиционных архитектур (в том числе программируемых логических интегральных схем, графических ускорителей, вычислений, управляемых потоками данных)</p>
<p>Перспективные технологии и решения для операционных систем, СУБД и программного обеспечения промежуточного слоя</p>		<p>Разработка технологий обеспечения надежности, безопасности и эффективности операционных систем для серверных, десктопных, мобильных и встроенных систем</p> <p>Построение ядер операционных систем, надежных и устойчивых к вредным воздействиям, с обеспечением достоверного доказательства выполнения требований информационной безопасности</p> <p>Виртуализация аппаратного обеспечения и программного обеспечения нижнего уровня</p> <p>Анализ и трансформация больших массивов данных</p> <p>Развитие модульных средств верификации и анализа широкомасштабных компонентных систем на базе формализации семантики компонентов</p> <p>Интеграция всех основных функций безопасности в базовые службы компонентных сред</p> <p>Развитие технологий построения масштабируемых систем при помощи методов распараллеливания, моделирования, анализа и верификации</p>

(ОКОНЧАНИЕ)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка эффективных технологий автоматизации программирования, включая новые подходы к «программированию без программиста», предметно-ориентированным языкам и системам программирования, близким к естественному языку</p>
<p>Когнитивные технологии</p>		<p>Исследование и когнитивное моделирование интеллекта</p> <p>Разработка бионических принципов, методов и моделей в информационных технологиях</p> <p>Разработка ИКТ с коллективным интеллектом</p> <p>Разработка технологий моделирования человеческого интеллекта, обеспечивающих автоматизированное принятие сложных решений</p> <p>Исследования в области персонализированных интерфейсов, связанные с органами чувств человека</p>

2

БИОТЕХНОЛОГИИ

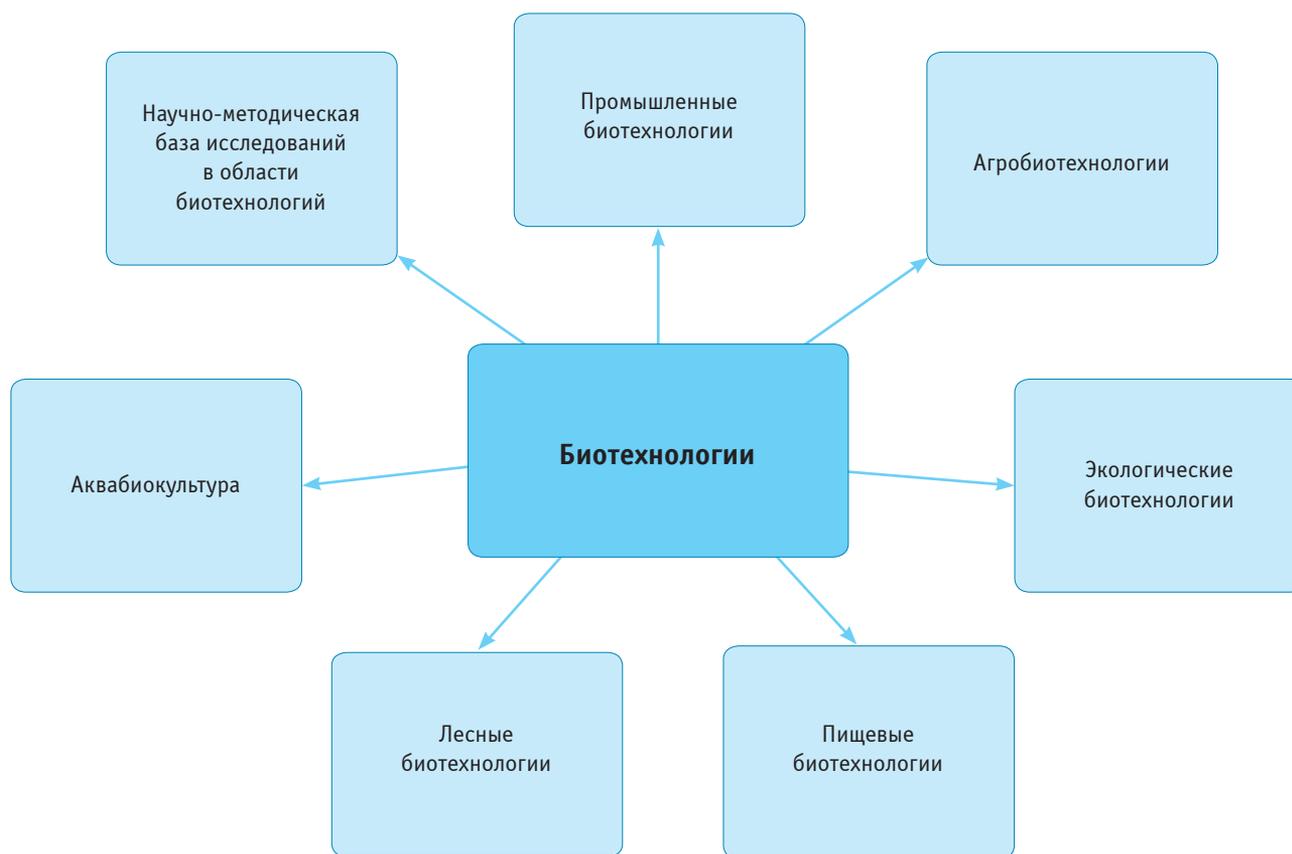
Интенсивное развитие биотехнологии обусловлено не только успехами биохимии, биоорганической химии и молекулярной биологии, но и кризисом традиционных технологий (особенно с учетом новых тенденций, прежде всего в области экологии и энергетики), необходимостью обеспечения продовольственной, сырьевой, медицинской безопасности, сохранения ресурсного потенциала, увеличения продолжительности жизни населения, поддержания здорового генофонда нации.

Значимую роль в формировании комплексных ответов на эти вызовы играют научно-технические заделы. По итогам работы экспертных панелей наиболее перспективными для России в рамках рассматриваемого приоритетного направления признаны семь тематических областей прикладных исследований (рис. 2.1), развитие которых будет способствовать созданию условий для экономического роста, выходу на высокотехнологичные рынки, решению многих первоочередных задач внутри страны.

Разработка различных видов биотоплива внесет вклад в диверсификацию топливно-энергетического баланса, снижение выбросов парниковых газов. Клеточные, геномные, постгеномные технологии послужат основой для получения биоматериалов из возобновляемого сырья, предназначенных для замещения традиционных химических производств и появления новых продуктов с уникальными свойствами; восстановления редких и исчезающих видов флоры и фауны; сохранения биоресурсов Мирового океана. Совершенствование методов биоорганической переработки отходов позволит решить проблему их захоронения и утилизации, снизить уровень загрязнения окружающей среды. Внедрение новых высокопродуктивных биообъектов и применение эффективных технологических режимов обеспечат значительную интенсификацию производственных процессов. Благодаря развитию технологий получения новых сортов сельскохозяйственных растений и пород животных с улучшенными свойствами будет налажено производство достаточного количества продуктов питания высокого качества.

Вместе с тем, для реализации указанных эффектов и занятия значимой ниши на новых, перспективных рынках необходимо существенно усилить уровень компетенций отечественных разработчиков, который в настоящее время очень неоднороден. В числе наиболее передовых областей прикладных исследований экспертами названы «Высокопроизводительные методы анализа геномов, транскриптомов, протеомов и метаболомов», «Системная и структурная биология», «Штаммы микроорганизмов и микробные консорциумы для создания симбиотических растительно-микробных сообществ». В то же время по ряду других направлений, таких как «Биотехнологические процессы получения биоматериалов и продуктов тонкого и основного органического синтеза из возобновляемого сырья», «Методы генетической паспортизации сортов и сертификации семян растений», «Экологически безопасные биоциды», достигнутый в России уровень научных исследований остается недостаточным.

Рис. 2.1. Тематические области направления «Биотехнологии»



2.1. Научно-методическая база исследований в области биотехнологий

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- новые методические подходы в области геномных и постгеномных технологий, системной, синтетической и структурной биологии, биоинженерии и биоинформатики.

Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Научно-методическая база исследований в области биотехнологий»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Высокопроизводительные методы анализа геномов, транскриптомов, протеомов и метаболомов		Разработка многопараметрических методов анализа (чиповых технологий)
		Разработка методов высокопроизводительного секвенирования
		Разработка методов биоинформатики для обработки данных геномного, транскриптомного и протеомного анализа
		Разработка методов сравнительной геномики и протеомики
		Создание высокопроизводительных роботизированных систем скрининга

(окончание)

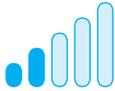
Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Системная и структурная биология		<p>Исследование структур макромолекул и их комплексов, клеточных органелл, элементов цитоскелета и т. д. на разных уровнях организации клетки</p> <p>Исследование механизмов организации межклеточных взаимодействий у многоклеточных организмов, в органах и тканях</p> <p>Моделирование <i>in silico</i> структуры биомолекул и процессов, происходящих в живых системах, их анализ <i>in vitro</i> с использованием биохимических и биофизических подходов</p> <p>Анализ регуляторных элементов ДНК и эпигенетических факторов, обеспечивающих регуляцию экспрессии генов в клетках высших организмов и прокариот</p>
Синтетическая биология, метаболическая инженерия и биоинженерия		<p>Разработка методологии метаболической инженерии, системной и синтетической биологии</p> <p>Разработка методов модификации метаболических путей клетки и создания в клетках микроорганизмов биосинтетических путей, не встречающихся в природе</p> <p>Формирование моделей для создания синтетической клетки</p> <p>Разработка методов генетической инженерии и системы экспрессии для биотехнологически значимых микроорганизмов</p> <p>Испытание методов обратной генетики, в том числе трансгенеза и мутагенеза, на лабораторных животных</p> <p>Исследование систем экспрессии в клетках эукариот, в том числе новых векторов для генной терапии</p> <p>Регуляция экспрессии генов с использованием РНК-интерференции и родственных ей механизмов</p> <p>Прижизненная визуализация биологических структур и процессов в живых системах</p> <p>Управление биологическими процессами с помощью света и других электромагнитных полей</p>
Иммунобиотехнологии		<p>Разработка прототипов биологически активных комплексов и сенсоров, основанных на моноклональных антителах</p> <p>Разработка новых методов иммуноскрининга</p> <p>Разработка новых средств иммунопрофилактики на основе технологий биоинженерии и методов коррекции иммунного ответа</p> <p>Исследование адаптивного иммунитета</p>
Клеточные биотехнологии		<p>Разработка методов идентификации и оценки эффективности ингибиторов онкологических и инфекционных заболеваний в культурах клеток</p> <p>Разработка средств предупреждения и ингибирования опухолевого роста, основанных на технологиях биоинженерии</p> <p>Разработка биотехнологических методов адресной доставки биологически активных веществ в органы и ткани</p>
Исследование природного биоразнообразия		<p>Исследование микроорганизмов, не культивируемых в лабораторных условиях</p> <p>Анализ метагеномов микробных сообществ</p>

2.2. Промышленные биотехнологии

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- биотехнологии получения продуктов промышленного, сельскохозяйственного и медицинского назначения, включая традиционные (биологически активные соединения, продукты питания, корма для животных и др.), а также новые (рекомбинантные белки, биополимеры, продукты тонкого и основного органического синтеза, биоразлагаемые пластики), в том числе:
 - реализованные на лабораторном уровне процессы получения биологически активных соединений (аминокислот, антибиотиков, белковых и пептидных препаратов, антиоксидантов и др.), основанные на направленной модификации путей метаболизма организма-продуцента методами метаболической инженерии;
 - новые способы получения биоматериалов и продуктов органического синтеза из возобновляемого сырья, предназначенные для замещения традиционных химических производств и создания новых продуктов и материалов с уникальными свойствами, штаммов и ассоциаций микроорганизмов-продуцентов;
 - перспективные ферменты для использования в биокаталитических процессах, в том числе устойчивые к экстремальным условиям реальных биотехнологических процессов (высокой температуре, кислотности или щелочности, присутствию солей, органических растворителей и т. д.), искусственные белки с улучшенными функциональными характеристиками, полученные с помощью рационального дизайна и направленной эволюции;
 - штаммы микроорганизмов – продуценты биологически активных веществ (биопестицидов, биоинсектицидов и др.) для создания биологических средств защиты растений;
 - перспективные штаммы микроорганизмов и микробные ассоциации для использования в биогеотехнологических процессах и создания микробных источников электричества;
 - опытные образцы новых источников непищевой биомассы с улучшенными характеристиками для использования в качестве сырья (быстрорастущие деревья и водные растения, микроводоросли и др.), разработанные с применением биотехнологий;
 - реализованные на лабораторном уровне биотехнологические процессы использования микроорганизмами газообразных субстратов на базе новых штаммов и принципов ферментации.

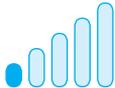
Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Промышленные биотехнологии»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Биосинтетические процессы получения биологически активных соединений		Секвенирование и аннотация геномов микроорганизмов, в первую очередь промышленно значимых Скрининг и исследование микроорганизмов с заданными биотехнологически значимыми свойствами

(продолжение)

Области задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Исследование регуляции метаболических путей, включая измерение потоков углерода и активности ключевых ферментных систем</p> <p>Исследование общих систем регуляции микробной клетки (молекулярная физиология) на основе анализа транскриптома, протеома и метаболома</p> <p>Развитие генетики промышленных микроорганизмов – продуцентов аминокислот, витаминов, токсинов, антибиотиков и других биологически активных соединений; разработка научно-методической базы, обеспечивающей направленное изменение метаболизма микроорганизмов с целью достижения сверхсинтеза клеточных метаболитов, обладающих высоким рыночным потенциалом (создание клеточных фабрик)</p> <p>Разработка методологии интеграции генетического материала в геномы микроорганизмов</p> <p>Создание кассет, обеспечивающих регулируемую экспрессию генов на различных уровнях</p> <p>Создание научно-технологического задела в области биосинтеза биологически активных клеточных метаболитов</p> <p>Создание штаммов-продуцентов нового поколения</p> <p>Разработка методов управляемого культивирования штаммов-продуцентов</p> <p>Исследование возможности создания в клетках микроорганизмов биосинтетических путей, не встречающихся в природе (de novo), методами синтетической биологии</p> <p>Конструирование штаммов с измененными или созданными de novo метаболическими путями, обеспечивающими синтез биопродуктов</p>
<p>Ферменты и их использование в биокаталитических процессах</p>		<p>Скрининг ферментов с заданными характеристиками в природных популяциях и коллекциях, а также поиск ферментов в базах данных</p> <p>Исследование механизмов биокатализа, выявление физико-химических закономерностей, лежащих в основе ускорения химических реакций биокатализаторами</p> <p>Разработка искусственных катализаторов, использующих принципы биокатализа</p> <p>Исследование пространственной структуры биокатализаторов методами структурной биологии (рентгеноструктурный анализ, ядерно-магнитный резонанс и др.) и компьютерного моделирования</p> <p>Направленная эволюция ферментов и их рациональный дизайн методами направленного мутагенеза с целью улучшения их характеристик: повышения активности, стабильности, изменения специфичности и др.</p> <p>Создание рекомбинантных ферментов с улучшенными технологическими свойствами, в том числе осуществляющих несколько последовательных реакций</p> <p>Исследование механизмов секреции ферментов из клеток микроорганизмов и оптимизация этих процессов</p>

(продолжение)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка новых методов выделения и очистки биокатализаторов, их иммобилизации и стабилизации, использования в нетрадиционных и неводных средах</p> <p>Создание высокоактивных штаммов – продуцентов наиболее востребованных технических, кормовых и пищевых ферментов: целлюлазы, бета-глюканазы, ксиланазы, гемицеллюлазы, фитазы, пектиназы, амилазы, липазы, протеазы, нитрилгидратазы и др.</p> <p>Разработка биокатализаторов (оксидоредуктазы, лигазы, синтазы и др.), используемых для создания сенсорных устройств, в процессах тонкого органического синтеза, для получения синтонов и т. д.</p> <p>Поиск ферментов указанных классов, устойчивых к экстремальным условиям реальных биотехнологических процессов (высокой температуре, кислотности или щелочности, присутствию солей, органических растворителей и т. д.)</p> <p>Использование высокопроизводительного скрининга для поиска мутантных вариантов ферментов с уникальными каталитическими свойствами, конструирование штаммов методами генетической инженерии, рационального дизайна и направленной эволюции ферментов</p> <p>Разработка методов управляемого культивирования штаммов для достижения максимального урожая биомассы с высоким уровнем активности</p> <p>Создание научно-технологического задела по биокаталитическим процессам получения соединений, востребованных в различных отраслях промышленности</p> <p>Создание готовых форм ферментных препаратов для последующего применения в различных областях</p>
<p>Процессы получения биоматериалов и продуктов тонкого и основного органического синтеза из возобновляемого сырья</p>		<p>Разработка подходов к новым процессам биосинтеза при экстремальных условиях (высокой или низкой температуре, кислотности и др.) для получения промышленно значимых биопродуктов</p> <p>Создание высокопродуктивных штаммов микроорганизмов, синтезирующих полимеры или мономеры, для дальнейшего получения полимеров, пригодных для изготовления изделий, разлагающихся в условиях окружающей среды без образования вредных продуктов</p> <p>Создание научно-технологического задела и разработка технологий получения биоматериалов и продуктов тонкого и основного органического синтеза из возобновляемого сырья, а также их выделения и очистки</p>
<p>Ресурсная база промышленной биотехнологии</p>		<p>Диверсификация источников возобновляемой биомассы для использования в биотехнологических производствах и процессах улучшения качества возобновляемого (растительного) сырья (к перспективным источникам биомассы следует отнести многолетние быстрорастущие растения, одноклеточные водоросли, растения с измененной структурой клеточной стенки, сельскохозяйственные и муниципальные отходы и т. д.; новым сырьем для промышленной биотехнологии является синтез-газ, в который может быть конвертирована любая биомасса путем пиролиза)</p>

(продолжение)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Поиск и создание методами селекции и генетической инженерии новых разновидностей и сортов (биотехнологических/биоэнергетических) растений и водорослей, используемых в качестве сырья для биотехнологических процессов</p> <p>Разработка методов микробиологической трансформации синтез-газа</p> <p>Разработка методов культивирования, сбора, предобработки и биотрансформации возобновляемой биомассы (быстрорастущие растения, водоросли и т. д.)</p> <p>Разработка новых методов увеличения биодоступности (предобработки) лигноцеллюлозного сырья, утилизации и трансформации лигнина</p> <p>Разработка технологий использования сельскохозяйственных и бытовых (муниципальных) отходов в качестве сырья для получения биотехнологических продуктов с высокой добавленной стоимостью</p>
<p>Новые технологии получения, выделения и очистки биопродуктов</p>		<p>Моделирование процессов разделения в сложных многокомпонентных биотехнологических средах</p> <p>Разработка новых материалов (мембранных, хроматографических и др.), используемых в процессах сепарации и очистки</p> <p>Разработка непрерывных методов разделения, выделения и очистки биопродуктов</p> <p>Масштабирование процессов разделения, выделения и очистки, разработка технологий, процессов и аппаратов для использования в биотехнологическом производстве</p>
<p>Биогеотехнологии</p>		<p>Исследование метаболизма штаммов микроорганизмов, структуры и динамики микробных сообществ и консорциумов, используемых в биогеотехнологических процессах</p> <p>Моделирование физико-химических и биологических процессов, происходящих в микробных сообществах и окружающей среде, для целей и задач биогеотехнологии</p> <p>Поиск новых перспективных микроорганизмов для целей биогеотехнологии</p> <p>Разработка биотехнологических методов интенсификации процессов извлечения металлов из руд, рудных концентратов и горных пород</p> <p>Разработка микробиологических методов удаления нежелательных примесей из добываемых полезных ископаемых</p> <p>Разработка методов увеличения нефтеотдачи пластов</p> <p>Разработка биотехнологических методов борьбы с коррозией трубопроводов различного назначения</p> <p>Разработка технологий снижения загазованности метаном угольных шахт</p>

2.3. Агробиотехнологии

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- повышение эффективности сельскохозяйственного производства за счет современных методов управления генетическими ресурсами сельскохозяйственных растений, животных и микроорганизмов;
- инновационные биологические средства защиты растений и повышения их продуктивности;
- новые биопродукты промышленного и медицинского назначения, созданные с использованием растений и животных – биофабрик.

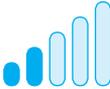
Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Агробиотехнологии»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Родительские линии для создания новых высокопродуктивных, устойчивых к патогенам и неблагоприятным условиям окружающей среды сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, полученные с использованием биотехнологий		<p>Идентификация генов и исследование молекулярно-генетических механизмов, обуславливающих хозяйственно ценные признаки растений (устойчивость к стрессовым факторам, в том числе фитопатогенам, повышение качества урожая), а также поиск маркеров различных патогенов</p> <p>Расшифровка геномов важнейших сельскохозяйственных растений</p> <p>Разработка методов получения высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных растений с использованием новейших технологий производства исходного гомозиготного и рекомбинантного материала, генетических маркеров в селекции, генетической инженерии растений</p> <p>Разработка методов трансформации и эффективных способов доставки, а также конструкций, обеспечивающих экспрессию гетерологичного генетического материала</p> <p>Разработка методов гаплоидии и получения в короткие сроки гомозиготных исходных линий</p>
Алгоритмы усовершенствования технологий племенной работы путем использования методов генетической селекции сельскохозяйственных животных; базы данных, содержащие информацию о геноме пород сельскохозяйственных животных, для внедрения в племенную работу технологий клонирования и генетической паспортизации		<p>Анализ геномов, идентификация генов-кандидатов локусов полезных количественных признаков, исследование молекулярных механизмов формирования продуктивности животных</p> <p>Разработка методологии молекулярной селекции и технологий выделения и поддержания биологического материала как формы сохранения уникальных генотипов и генетических ресурсов</p> <p>Идентификация и исследование селекционно значимых полиморфизмов, ассоциированных с количественными и качественными показателями продуктивности</p> <p>Разработка методов геномной паспортизации и диагностических тест-систем, позволяющих определять на геномном уровне племенную ценность животных</p> <p>Разработка способов тиражирования выдающихся генотипов путем клонирования</p>

(продолжение)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка методологии направленного изменения генома индивиду-мов с целью создания новых селекционных форм и расширения спектра производимой продукции</p> <p>Разработка технологии выведения животных – продуцентов рекомби-нантных белков</p> <p>Создание новых пород животных с помощью молекулярных технологий, систем управления генетическим потенциалом продуктивности и каче-ства продукции животноводства и птицеводства</p>
<p>Методы генетической паспортиза-ции сортов и сертификации семян растений, реализованные на лабораторном уровне</p>		<p>Разработка методов генетической паспортизации сортов сельскохозяй-ственных растений, основанных на использовании молекулярных марке-ров сортов</p> <p>Разработка методов сертификации семян, включающих молекулярную идентификацию сорта и детекцию потенциальных загрязнений (пато-генов и др.)</p>
<p>Прототипы инновационных лекарственных средств и кандидат-ные вакцины перорального применения для животных</p>		<p>Анализ геномов возбудителей особо опасных болезней продуктивных животных</p> <p>Исследование эволюции и путей распространения инфекционных аген-тов по результатам филогенетического анализа их изолятов</p> <p>Конструирование ДНК-вакцин, содержащих одновременно фрагменты ДНК нескольких штаммов различных возбудителей, разработка способов их применения</p> <p>Создание принципиально новых профилактических и лечебных препа-ратов на основе исследования молекулярных механизмов патогенности вирусов и бактерий, их иммунорегуляторного репертуара</p> <p>Создание и развитие национальных коллекций культур микроорганиз-мов, животных и растительных клеток, а также общих для Евразийского экономического сообщества баз данных по этим коллекциям</p> <p>Создание тест-систем и биочипов, обеспечивающих высокопроизводи-тельный приборный учет исследуемых проб органов и тканей живот-ных на наличие возбудителей наиболее опасных для животноводства и птицеводства заболеваний: африканской чумы свиней, блютанга, классической чумы свиней, лихорадки долины Рифт, болезни Найроби, лихорадки Западного Нила, болезни Ньюкасла, гриппа птиц, сибирской язвы, туберкулеза, бруцеллеза, бешенства, болезни Ауески, лейкоза крупного рогатого скота, лептоспироза, гриппа лошадей, ящура, оспы овец и коз</p> <p>Конструирование рекомбинантных вакцин против возбудителей инфек-ционных заболеваний животных и разработка технологий их получения</p> <p>Использование моно- и биспецифических моноклональных антител в серо-диагностике</p> <p>Создание систем селективной очистки и концентрирования возбудите-лей инфекционных болезней в объектах ветеринарного надзора</p>

(продолжение)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Исследование новых адъювантов и иммуностимуляторов</p> <p>Совершенствование методов оценки применения противобактериальных и противовирусных химиотерапевтических препаратов</p> <p>Совершенствование вакцин перорального применения для массовой вакцинации домашних и диких животных</p>
<p>Новые молекулярно-генетические методы диагностики патогенов растений и животных, биологические средства борьбы с патогенами</p>		<p>Поиск и исследование индивидуальных маркеров устойчивости растений к патогенам</p> <p>Расшифровка геномов важнейших фитопатогенов, актуальных для сельского хозяйства России</p> <p>Разработка тест-систем для детекции карантинных патогенов на всех этапах производства сельскохозяйственных растений: от пробирочных до полевых</p> <p>Разработка высокоточных молекулярно-генетических методов диагностики вредных организмов и конструирования новых биологических агентов для защиты растений</p> <p>Создание высокоактивных штаммов – продуцентов микробиологических препаратов на основе микроспоридий, вирусов, бактерий и грибов</p> <p>Разработка принципиально новых полифункциональных биологических препаратов на основе ассоциаций полезных микроорганизмов и рекомбинантных микроорганизмов – продуцентов препаратов для защиты растений</p> <p>Поиск новых токсинов полипептидной природы с селективным действием на насекомых – вредителей сельскохозяйственных культур</p> <p>Клонирование генов селективных инсектотоксинов и получение их продуцентов на основе бактерий</p> <p>Разработка технологий получения и применения экологически безопасных биологических средств защиты растений от вредителей, возбудителей болезней и сорных растений для промышленного производства сельскохозяйственной продукции, а также для применения в курортных, особо охраняемых и водоохранных зонах</p>
<p>Штаммы микроорганизмов и микробные консорциумы для создания симбиотических растительно-микробных сообществ, обеспечивающих питание растений минеральными веществами и их защиту от патогенов</p>		<p>Определение генетической структуры микробных сообществ основных типов почв с целью выявления ключевых групп генов и геномов, определяющих базовые процессы почвообразования (круговорот макроэлементов, метаболизм гумусовых веществ, стабильность биологических свойств при действии глобальных изменений климата) и развития растений (азотное и фосфорное питание, защита от патогенов, способность поддерживать гомеостаз в условиях природных и антропогенных стрессов)</p> <p>Определение структуры симбиогенома растений, обуславливающего интеграцию полезной микрофлоры, для формирования экологически эффективных и самодостаточных микробно-растительных систем</p>

(окончание)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Генетическое конструирование и биоинженерия многокомпонентных и полифункциональных микробиомов растений, обеспечивающих мобилизацию трофических ресурсов почвы (оптимальное азотное и фосфорное питание основных сельскохозяйственных культур), их защиту от вредителей и устойчивое развитие в условиях глобальных изменений климата (температурного и водного баланса, засоления) и загрязнения биосферы</p>
		<p>Разработка методов молекулярного мониторинга почв сельскохозяйственного назначения, позволяющих прогнозировать динамику основных параметров их биологического потенциала</p>
		<p>Разработка методологии широкомасштабной интродукции полезных микроорганизмов в почвы, а также на поверхность и в ткани растений, возделываемых в различных почвенно-климатических зонах России</p>
		<p>Разработка новых способов управления развитием и адаптивными функциями сельскохозяйственных культур в экологически устойчивых агроценозах с использованием сигнальных молекул, синтезируемых микроорганизмами в промышленных условиях</p>
		<p>Создание новых форм ферментов, полезных для микробно-растительных систем, обеспечивающих адаптивный потенциал основных сельскохозяйственных культур</p>
		<p>Разработка технологии культивирования штаммов-продуцентов и создание новых форм биопрепаратов для земледелия (ростстимулирующего и фитозащитного действия) с целью повышения конкурентоспособности товарной продукции, устойчивости использования природных ресурсов и расширения площади посевов сельскохозяйственных культур на основе органического земледелия</p>
		<p>Создание микробных препаратов и технологий их применения для переработки и/или утилизации отходов сельскохозяйственного производства</p>

Биотехнологические процессы получения биопродуктов промышленного и медицинского назначения в растениях, реализованные на лабораторном уровне



Разработка новых технологий получения рекомбинантных белков, в том числе вакцин, в растениях-биофабриках

2.4. Экологические биотехнологии

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- системы мониторинга загрязнения окружающей среды на основе биотехнологий;
- восстановление экосистем с использованием живых организмов — биодеструкторов;
- защита материалов и технических объектов от биоповреждений и биокоррозии.

Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Экологические биотехнологии»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
<p>Новые верифицированные методики биотестирования и биоиндикации с повышенной чувствительностью и селективностью для определения загрязнений в окружающей среде, штаммы организмов-биосенсоров</p>		<p>Выявление новых тест-объектов биомониторинга и биотестирования</p> <p>Исследование индикаторной значимости организмов, их адапционных способностей к действующим загрязняющим веществам в различных условиях</p> <p>Разработка методов и критериев оценки состояния биоиндикаторов по их физиологическому состоянию и морфологическим изменениям в ходе онтогенеза</p> <p>Создание и внедрение эффективных биотест-систем, в том числе экспрессных, на основе биологического материала и живых организмов</p> <p>Разработка биосенсоров, позволяющих быстро и селективно определять качество и количество загрязнений в природных системах</p> <p>Разработка методов выявления отклика биосферы на антропогенное воздействие на разных уровнях живого: молекулярном, клеточном, организменном, популяционном и в сообществах</p>
<p>Новые верифицированные методики очистки вод, грунтов и атмосферы с использованием эффективных организмов – биоремедиаторов</p>		<p>Выявление новых эффективных живых организмов – биодеструкторов загрязняющих веществ, изучение особенностей их биологии</p> <p>Разработка методов получения биомассы деструкторов, способов их хранения и использования</p> <p>Исследование метаболического потенциала биологических объектов (микроорганизмов, растений, грибов, насекомых, червей и др.), позволяющего использовать их в экобиотехнологической сфере</p> <p>Разработка технологии биоремедиации: создание комплекса методов очистки вод, грунтов и атмосферы с использованием метаболического потенциала биологических объектов (микроорганизмов, растений, грибов, насекомых, червей и др.)</p> <p>Разработка биотехнологических методов ликвидации последствий вредного воздействия на окружающую среду, техногенных катастроф (разливов нефти, радиоактивных загрязнений, аварий на химических производствах и т. д.)</p>
<p>Экологически безопасные биоциды для защиты технических объектов от организмов-деструкторов</p>		<p>Исследование механизмов биоповреждений материалов, изделий и сооружений отдельными видами макро- и микроорганизмов</p> <p>Разработка экологически безопасных биоцидов и экобиотехнологических методов защиты от биоповреждений и биокоррозии</p> <p>Исследование влияния биологических факторов на материалы и технические объекты</p> <p>Разработка основ ускоренных лабораторных и натуральных испытаний материалов, изделий и средств защиты от биокоррозии и биоповреждений</p> <p>Исследование состава и динамики сообществ организмов, вызывающих биокоррозию</p> <p>Создание каталогов фауны обрастания твердых субстратов</p> <p>Разработка биотехнологических способов защиты от повреждающих микроорганизмов, водорослей, грибов, беспозвоночных животных и других живых организмов – деструкторов технических поверхностей</p>

(окончание)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
<p>Разработка экологически безопасных способов контроля численности грызунов и других вредных животных на базе современных исследований физиологии, репродукции и механизмов хемокоммуникации для создания биотехнологических биологически активных веществ (специфических аминокислот и др.) для дератизации</p>		

2.5. Пищевые биотехнологии

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- системы оценки безопасности новых и традиционных источников пищи и ее ингредиентов, методов переработки пищевого сырья, функциональных пищевых продуктов, продуктов детского питания, диетических, лечебных, продуктов с пониженной аллергенностью, а также биологически активных добавок к пище, в том числе:
 - экспериментальные образцы приборов для высокочувствительного экспрессного определения загрязняющих веществ (ксенобиотиков, грибных и бактериальных токсинов, пестицидов, ветеринарных препаратов и т. д.) в пищевых продуктах и сырье;
 - методы контроля аутентичности пищевых продуктов, основанные на определении специфических биологических макромолекул (нуклеиновых кислот, белков и др.), реализованные на лабораторном уровне;
 - экспериментальные образцы новых пробиотиков, пребиотиков, синбиотиков, заквасок и пищевых ингредиентов, новые штаммы молочнокислых и других технологических микроорганизмов, микробные консорциумы с заданными биологическими свойствами и оптимизированными технологическими характеристиками;
 - биотехнологические процессы получения биологически активных веществ, полезных белковых продуктов и ингредиентов из отходов и малоценных продуктов переработки сырья растительного и животного происхождения, реализованные на лабораторном уровне.

Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Пищевые биотехнологии»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
<p>Обеспечение безопасности пищевых продуктов</p>		<p>Изучение влияния новых и нетрадиционных источников пищи на здоровье человека и механизмов взаимодействия нутриома (макро-, микро-нутриентов и минорных биологически активных компонентов пищи) с организмом человека</p> <p>Идентификация рисков новых и нетрадиционных пищевых продуктов, основанная на использовании методов высокопроизводительного скрининга метаболических процессов (омик-технологии)</p>

(продолжение)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка методов для мультипараметрического контроля содержания в пищевых продуктах и сырье химических загрязняющих веществ (грибных и бактериальных токсинов, пестицидов и ветеринарных препаратов)</p> <p>Разработка методов экспрессного выявления бактериального заражения пищевых продуктов и сырья</p> <p>Разработка комплекса методов для подтверждения аутентичности пищевых продуктов, в том числе видовой идентификации используемого сырья, основанных на определении специфических биологических макромолекул (нуклеиновых кислот, белков и др.)</p> <p>Исследование кумулятивного действия подпороговых концентраций загрязняющих веществ с учетом особенностей пищевых продуктов</p> <p>Разработка методических подходов к интегральной оценке безопасности продукции, содержащей несколько видов загрязняющих веществ</p>
Технологии пищевого белка		<p>Исследование физико-химических и биологических свойств пищевого белка и белковых композиций, полученных из сырья растительного и животного происхождения</p> <p>Разработка методов тестирования биологических свойств пищевого белка и пищевых композиций на молекулярном, клеточном и организменном уровнях, а также на уровне регуляции метаболических процессов и экспрессии генов</p> <p>Создание научно-методической базы для направленного получения белковых композиций с заданными свойствами и аналитической платформы для их тестирования</p> <p>Создание технологического оборудования для глубокой конверсии побочных продуктов и отходов переработки сырья растительного и животного происхождения с целью извлечения максимального количества пищевого белка и получения белковых композиций заданного состава</p>
Биотехнологические подходы к производству пробиотиков, пребиотиков, синбиотиков, заквасок и пищевых ингредиентов		<p>Скрининг микроорганизмов (среди высших грибов и бактерий) и поиск новых пробиотиков и синбиотиков, изучение их физиологических функций и метаболических путей, характеристика структуры и свойств продуцируемых ими биологически активных соединений</p> <p>Исследование геномов молочнокислых бактерий, поиск, селекция и создание высокоактивных штаммов молочнокислых и других технологических микроорганизмов с заданными биологическими свойствами и оптимизированными характеристиками</p> <p>Разработка биокаталитических и генно-инженерных способов получения пищевых ингредиентов (в том числе витаминов и функциональных смесей), методов оценки их безопасности и эффективности</p> <p>Исследование функциональных свойств продуктов, полученных на основе биологически активных соединений и биокомпозиций (пищевых продуктов, пищевых добавок и функциональных пищевых ингредиентов, биологически активных добавок и медицинских биологических препаратов)</p>

(окончание)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Создание стартерных культур и высококонцентрированных заквасок на основе новых пробиотиков для промышленной и медицинской биотехнологии</p> <p>Разработка технологий получения целевых продуктов с заданными свойствами на основе биологически активных соединений и биокомпозиций</p>
<p>Функциональные и специализированные пищевые продукты</p>		<p>Выявление эффективных биомаркеров для объективной оценки обеспеченности организма человека пищевыми веществами и персонализации рекомендаций по питанию</p> <p>Исследование особенностей метаболизма и потребностей человека в пищевых веществах и энергии в экстремальных состояниях</p> <p>Разработка методологии коррекции патологических состояний с использованием функциональных и специализированных пищевых продуктов и формирование медико-биологических требований по их использованию в рационе различных групп населения</p> <p>Исследование подходов к оценке метаболических превращений функциональных пищевых продуктов и ингредиентов, создание стратегии исследования их влияния на жизненно важные функции организма</p> <p>Разработка методов оценки безопасности и биологической эффективности, способов тестирования функциональных свойств пищевых продуктов и ингредиентов</p> <p>Создание научно-методической базы для направленного получения новых пищевых продуктов и ингредиентов с заданными свойствами</p> <p>Разработка технологического оборудования для проведения биокаталитической конверсии и/или синтеза для получения новых пищевых ингредиентов с заданными функциональными свойствами и пищевых продуктов на их основе</p>
<p>Переработка пищевого сырья и отходов</p>		<p>Скрининг перспективных источников биологически активных веществ (витаминов, антиоксидантов, полиненасыщенных жирных кислот, полифенольных соединений, биологически активных пептидов и др.) среди вторичных малоценных продуктов переработки сырья растительного и животного происхождения</p> <p>Разработка и оптимизация методов глубокой переработки малоценного сырья растительного и животного происхождения для извлечения из него биологически активных соединений и/или направленной модификации их структуры для повышения функциональных и потребительских свойств, а также биологической ценности</p>

2.6. Лесные биотехнологии

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- новые формы древесных растений с заданными признаками, посадочный материал;
- оценка качества семенного материала, мониторинг фитосанитарного состояния питомников и лесных насаждений;

- методы глубокой переработки древесины и утилизации отходов лесопиления;
- современная система управления лесонасаждениями (с привлечением методов ДНК-маркирования);
- биологические средства защиты леса.

Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Лесные биотехнологии»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты исследований и разработок
<p>Родительские линии для создания новых сортов древесных растений с улучшенными характеристиками (структурой древесины, устойчивостью к фитопатогенам, скоростью роста и др.), полученные с использованием биотехнологий</p>		<p>Исследование процессов органогенеза и эмбриогенеза древесных растений в условиях <i>in vitro</i>, разработка новых способов культивирования <i>in vitro</i> растительного материала</p> <p>Генетический анализ, картирование и секвенирование геномов древесных растений, в том числе на основе создания инбредных (гомозиготных) коллекций с помощью гаплоидных технологий</p> <p>Разработка методов молекулярной селекции древесных растений</p> <p>Разработка научных основ биотехнологий для управления лесонасаждениями</p> <p>Изучение физиологических и генетических аспектов покоя древесных растений в условиях <i>in vitro</i></p> <p>Гаплоиды, гомозиготные диплоиды и полиплоидизация как метод создания новых генотипов и сортов лесных пород</p> <p>Создание банков <i>in vitro</i> редких и исчезающих видов лесных растений</p> <p>Клональное микроразмножение редких и исчезающих видов лесных древесных и недревесных растений для создания резерватов генетически ценных форм деревьев с целью повышения качества посадочного материала</p> <p>Мониторинг состояния и оценка генетического разнообразия лесных ресурсов на основе анализа ДНК</p> <p>Молекулярное (ДНК) маркирование, направленное на решение прикладных задач лесного сектора: совершенствование принципов и методов лесосеменного районирования, генетическую паспортизацию и сертификацию семян, мониторинг фитосанитарного состояния питомников и лесонасаждений, контроль законности происхождения древесины</p> <p>Создание биотехнологических форм деревьев с заданными признаками: пониженным содержанием лигнинов, устойчивостью к гербицидам и др.</p>
<p>Микробиологические средства защиты леса от вредителей и патогенов</p>		<p>Микробиологические средства защиты леса от вредителей и патогенов</p> <p>Энтомофаги как средство борьбы с вредителями древесных растений</p> <p>Клональное микроразмножение растений (включая гаметический и соматический эмбриогенез) для селекции и производства устойчивых к вредителям и патогенам форм высококачественного посадочного материала</p> <p>Создание устойчивых форм лесных пород и средств защиты от вредителей и фитопатогенов методами генной инженерии</p>

(окончание)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты исследований и разработок
		<p>Разработка технологий мониторинга фитосанитарного состояния лесонасаждений</p> <p>Разработка технологий крупнотоннажного производства биологических препаратов для защиты леса</p>
Перспективные биотехнологические процессы комплексной переработки древесной биомассы и ее отдельных компонентов, реализованные на лабораторном уровне		<p>Создание нового поколения волокнистых полуфабрикатов и целлюлозных композиционных материалов</p> <p>Выделение лигнина и гемицеллюлоз с последующим синтезом продуктов с высокой добавленной стоимостью</p> <p>Разработка экологически безопасной технологии получения наноразмерной целлюлозы и изготовление на ее основе конструкционных композитных материалов с улучшенными эксплуатационными свойствами</p> <p>Разработка и внедрение технологий комплексной переработки древесной биомассы с применением новых технологических процессов получения продуктов глубокой переработки (биотоплива, биохимикатов)</p>

2.7. Аквабиокultura

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- эффективные продукты из гидробионтов Мирового океана и внутренних водоемов (рыб, моллюсков, ракообразных, иглокожих, водорослей, планктона);
- системы комплексной переработки гидробионтов и производство на их основе востребованной продукции пищевого, кормового, ветеринарного и медицинского назначения.

Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Аквабиокultura»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Идентификация новых практически ценных биомолекул гидробионтов (ферментов, белков и пептидов, вторичных метаболитов, полисахаридов бактерий, архей, водорослей, жирных кислот и липидов водорослей) с использованием геномных и постгеномных технологий, методы получения биополимеров и новых материалов из гидробионтов		<p>Исследование специфических белков и ферментов гидробионтов</p> <p>Использование методов биоинформатики для идентификации новых биомолекул в гидробионтах (биокатализаторов, белков и пептидов, вторичных метаболитов, полисахаридов бактерий, архей, водорослей, жирных кислот и липидов микроводорослей)</p> <p>Метагеномные исследования водных микро- и макробионтов</p>
Методы культивирования клеточных линий морских организмов и микробных симбионтов – продуцентов биологически активных соединений, реализованные на лабораторном уровне		<p>Разработка инновационных методов культивирования клеточных линий позвоночных и беспозвоночных морских организмов, а также микробных симбионтов для получения биологически активных соединений</p>

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка методов молекулярной селекции гидробионтов</p> <p>Разработка новых и совершенствование существующих биотехнологий кормопроизводства и разведения ценных рыб и морепродуктов</p> <p>Исследование морских экосистем и выявление новых объектов культивирования</p> <p>Разработка и тестирование новых кормов и новых методов кормления рыб и других гидробионтов</p>
<p>Методы молекулярной селекции гидробионтов для получения высокопродуктивных объектов аквакультуры</p>		<p>Совершенствование селекционно-племенной работы с целью выведения высокопродуктивных объектов аквакультуры</p> <p>Проведение геномного анализа гидробионтов и морских микроорганизмов</p> <p>Поиск штаммов микроводорослей, оптимальных для производства биотоплива</p> <p>Разработка комплексной промышленной технологии (с замкнутым циклом) получения биологически активных веществ из малоиспользуемых гидробионтов и отходов производства непосредственно в местах вылова</p> <p>Создание биопрепаратов из гидробионтов для повышения сопротивляемости организма воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды, лечения и предупреждения ряда социально значимых и опасных заболеваний</p> <p>Проведение медико-биологических исследований и разработка нормативной документации пептидных препаратов из органов и тканей гидробионтов, обладающих иммуностимулирующими, антиоксидантными и другими свойствами</p> <p>Создание биологических субстанций и композиций, функциональных пищевых продуктов и биологически активных пищевых добавок на основе сырья гидробионтов</p> <p>Разработка промышленных технологий производства кормового, ветеринарного и медицинского рыбьего и крилевого жира, концентратов омега-3 жирных кислот, фосфолипидов на основе существующего стандартного технологического оборудования</p> <p>Исследование свойств полисахаридов из ракообразных и других гидробионтов с целью их применения в практической медицине и народном хозяйстве</p>

3 МЕДИЦИНА И ЗДРАВООХРАНЕНИЕ

Повышение качества и продолжительности жизни населения — важнейший приоритет государственной политики, показатель эффективности стратегического развития страны и обеспечения ее национальной безопасности¹. Решение этой задачи во многом зависит от уровня научно-технологических заделов, значимость которых заметно повышается в последние годы. В качестве наиболее перспективных для России экспертами были выделены семь тематических областей прикладных исследований (рис. 3.1).

Ключевыми тенденциями в рассматриваемой сфере названы рост онкологических, сердечно-сосудистых и инфекционных заболеваний, старение населения, повсеместное распространение болезней обмена веществ, патологий мозга. В свою очередь, эти вызовы формируют новые мировые рынки, динамика которых будет тесно связана с потребностью людей в способах диагностики и лечения, основанных на принципах персонифицированной медицины, неинвазивных надежных экспресс-технологиях мониторинга в домашних условиях, дистанционных методах получения медицинских услуг, характеризующихся профилактической направленностью, безопасностью, высокой эффективностью.

В мире уже сформировался устойчивый спрос на новое качество жизни, особенно на возможность компенсации утраченной функции организма, органа или его части. Исследования и разработки в сфере биоинформационных, постгеномных и протеомных технологий предоставят медицине возможность персонификации терапевтического воздействия: назначение необходимого лекарства будет осуществляться на основании анализа индивидуальных особенностей пациента. По экспертным оценкам, не менее половины новых лекарств, которые должны появиться на мировом рынке к 2015 г., будут иметь фармакогенетические характеристики.

Технологии регенеративной медицины — основное направление современных разработок, призванное решить проблемы болезней мозга, опорно-двигательного аппарата, онкологических и многих других заболеваний. В ведущих странах мира уже получены первые обнадеживающие результаты в области регенерации органов человека, тогда как в России заделы в данном направлении практически отсутствуют.

Согласно экспертным оценкам, в период до 2015 г. в нашей стране возможно достижение значительных научных и практических результатов по следующим направлениям: «Биосовместимые биополимерные материалы»; «Самостерилизующиеся поверхности для медицины»; «Тест-системы на базе геномных и постгеномных

¹ См., например, [Послание Президента Российской Федерации Федеральному собранию, 2012].

технологий для диагностики рака, системных, инфекционных и наследственных заболеваний»; «Биосенсоры и биочипы для клинической диагностики с использованием новых типов биологических устройств»; «Методы быстрой идентификации токсических веществ и патогенов».

Успехи инновационной фармацевтики – биотехнологий, технологий химического синтеза, направленного терапевтического воздействия, производства современных эффективных вакцин – позволят отечественным компаниям выйти на перспективные мировые рынки, а государству – повысить качество жизни граждан.

В ряде областей, таких как «Биодеградируемые материалы на основе градиентной керамики», «Медицинский текстиль с уникальными терапевтическими свойствами», потенциал российских разработок уже сегодня оценивается достаточно высоко. Для дальнейшего наращивания заделов и закрепления преимуществ предстоит совершенствовать существующие и создавать новые центры трансляционной медицины, в которых будут проводиться разработки доклинических технологий.

Рис. 3.1 Тематические области направления «Медицина и здравоохранение»

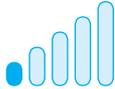


3.1 Перспективные лекарственные кандидаты

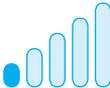
Ожидаемые результаты задельных исследований:

- новые лекарственные средства, разработанные до стадии получения доклинического доказательства концепции (preclinical proof-of-concept), включая препараты для профилактики и лечения широкого круга социально значимых болезней (сердечно-сосудистых, неврологических, онкологических, гематологических, аутоиммунных, эндокринных, инфекционных и др.), в том числе:
 - новые фармацевтические молекулы с обоснованными терапевтическими мишенями;
 - коллекция экспериментальных животных и клеточных линий для воспроизведения социально значимых заболеваний; новых высокоэффективных вакцин, включая конъюгированные и ДНК-вакцины, для профилактики и лечения инфекционных и онкологических заболеваний, при которых малоэффективна иммунизация традиционными методами; лекарственных средств на основе рекомбинантных белков и моноклональных антител; препаратов для регенеративной медицины, а также высокоэффективных лекарственных средств, действующих через новые молекулярные мишени.

Перспективные направления задельных исследований в тематической области «Перспективные лекарственные кандидаты»

Области задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
<p>Скрининг и повышение эффективности лекарственных кандидатов на основе использования новых фармакологических мишеней, а также новых научных данных о механизмах возникновения и развития заболеваний человека</p>		<p>Разработка новых моделей, воспроизводящих наиболее актуальные болезни человека (сердечно-сосудистой, нервной, пищеварительной, эндокринной, мочеполовой, иммунной и других систем организма, а также инфекционные и «редкие» заболевания) и выявление основных механизмов их развития</p> <p>Направленный скрининг биотехнологических производных для выявления наиболее эффективных и безопасных веществ</p> <p>Определение, в том числе с использованием биомоделирования, отдельных молекул, клеточных структур и компонентов регуляторных систем организма, способных служить биологическими мишенями для направленного воздействия, с целью изменения течения патологических процессов, лежащих в основе развития распространенных болезней</p> <p>Компьютерное моделирование выбранных мишеней для дальнейшего конструирования перспективных фармакологических веществ, способных взаимодействовать с ними</p> <p>Синтез новых генетических конструкций, кодирующих продукцию выбранных регуляторных белков, и создание векторов для их введения в клетки – продуценты биологически активных соединений</p>
<p>Модели на основе клеточных линий и/или лабораторных животных для доклинического исследования заболеваний человека</p>		<p>Разработка механизмов направленного сайт-специфического мутагенеза</p> <p>Разработка методов направленного мутагенеза в стволовых клетках, соматических клетках, во взрослых организмах</p>

(продолжение)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Создание коллекций клеточных линий и линий животных – моделей социально значимых болезней (онкологических, аутоиммунных, нейродегенеративных, инфекционных и др.)</p>
<p>Новые лекарственные кандидаты, в том числе разнонаправленного действия, с использованием как ранее известных, так и вновь открытых мишеней методами геномной инженерии, биотехнологии, компьютерного моделирования и медицинской химии</p>		<p>Выявление веществ, обладающих сродством к молекулам-мишеням и активирующих либо блокирующих определенные мишени путем специфического связывания</p> <p>Создание клеток – продуцентов биоактивных соединений или биоинженерных конструкций, предназначенных для введения в организм пациента и продуцирующих биологически активные соединения</p> <p>Определение оптимальных систем для производства отдельных веществ, в том числе клеток прокариот и эукариот, растений и животных, разработка технологий их культивирования, повышение производительности гибридом</p> <p>Создание наноструктурированных биологически активных веществ и методов целевой доставки белковых препаратов в отдельные органы, ткани и органеллы, в том числе с помощью нанотехнологий</p> <p>Поиск новых биологических объектов – потенциальных продуцентов белковых веществ и моноклональных антител</p> <p>Скрининг биотехнологических производных с целью выявления наиболее эффективных и безопасных в ряду веществ одной фармакотерапевтической направленности</p>
<p>Компоненты и системы направленной доставки лекарственных средств для повышения эффективности, улучшения фармакокинетических параметров и снижения токсичности лекарственных кандидатов, а также лабораторные протоколы их получения</p>		<p>Определение новых биологических мишеней, в том числе цитокинов, гормонов, ферментов, рецепторов, сигнальных внутриклеточных молекул, которые должны подвергаться воздействию синтетических молекул для предотвращения или ограничения патологического процесса</p> <p>Исследование межмолекулярных взаимодействий для разработки систем доставки</p> <p>Мишень-ориентированный химический синтез соединений с определенной биологической активностью</p> <p>Поиск способов повышения биодоступности и создание систем доставки этих соединений в организме</p> <p>Компьютерное моделирование веществ, обладающих сродством к молекулам-мишеням</p> <p>Разработка новых методов и аппаратуры для химического синтеза</p> <p>Скрининг и отбор веществ, обладающих максимальной эффективностью и минимальной токсичностью в ряду синтезированных соединений определенной фармакотерапевтической направленности</p>
<p>Новые вакцины, в том числе комбинированные</p>		<p>Исследование механизмов развития инфекционных и онкологических болезней, определение роли иммунной системы и особенностей ее функционирования при патологии</p>

(окончание)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		Выявление роли иммунокомпетентных клеток, антигенраспознающих и антигенпрезентирующих структур, отдельных цитокинов, клеточных рецепторов, сигнальных внутриклеточных молекул в патогенезе опухолевых болезней, а также в развитии и разрешении инфекционных процессов
		Выявление факторов, лежащих в основе несостоятельности иммунного ответа при онкологических и инфекционных (туберкулез, малярия, СПИД) болезнях
		Синтез новых генетических конструкций для продукции антигенов возбудителей инфекционных болезней и опухолевых антигенов и создание векторов для их введения в организм
		Определение углеводных детерминант и белков-переносчиков, обеспечивающих оптимальный уровень иммунного ответа на конъюгированные вакцины
		Поиск способов, позволяющих избежать развития аутоиммунных побочных реакций при применении конъюгированных и ДНК-вакцин
		Совершенствование существующих и разработка новых биологических систем для продукции вакцин
		Скрининг вакцинных кандидатов с целью выявления наиболее эффективных и безопасных

3.2 Молекулярная диагностика

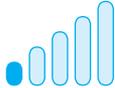
Ожидаемые результаты заделных исследований:

- новые методы и системы диагностики, основанные на технологиях определения структуры и функции биологических молекул (нуклеиновых кислот, белков, липидов, полисахаридов, низкомолекулярных соединений), в том числе:
 - диагностические методы, тест-системы и комплексы, ориентированные, прежде всего, на выявление социально значимых болезней до их дебюта; новые высокопроизводительные методы лабораторной диагностики для обнаружения, количественного и структурного анализа белков и других макромолекулярных метаболитов, включая липиды, гликопротеины, РНК и др.;
 - методы и инструменты для лабораторной и экспресс-диагностики социально значимых болезней (сердечно-сосудистых, онкологических, гематологических, инфекционных, эндокринных и др.) на основе анализа перечисленных молекулярных маркеров;
 - новые методы и комплексы для количественного определения низкомолекулярных метаболитов, ионов и микроэлементов – маркеров воспаления на различных стадиях, а также хронических болезней;
 - средства анализа индивидуальной предрасположенности к сердечно-сосудистым болезням, патологиям печени, заболеваниям репродуктивной системы, нарушениям липидного обмена.

**Перспективные направления задельных исследований в тематической области
«Молекулярная диагностика»**

Области задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
<p>Аппаратно-программные комплексы, основанные на технологиях анализа статических (контекстных) макромолекулярных маркеров, для обеспечения оптимальных стратегий лечения и формирования индивидуального прогноза развития заболеваний</p>		<p>Широкомасштабные популяционно-эпидемиологические ассоциативные исследования, направленные на выявление устойчивых сочетаний изменений структур нуклеиновых кислот, ассоциированных с болезнями</p> <p>Определение генов-регуляторов, вовлеченных в механизмы развития болезней</p> <p>Разработка методов доклинической диагностики предрасположенности к болезням</p> <p>Выявление генных сетей, вовлеченных в патогенез заболеваний, разработка алгоритмов оценки их ассоциативной значимости</p> <p>Выявление полиморфизмов структуры ДНК, ассоциированных с индивидуальной чувствительностью к фармакологическим препаратам и с индивидуальными особенностями их метаболизма</p> <p>Создание специальных диагностических реагентов, систем автоматизации и аппаратно-программных комплексов для диагностики социально значимых болезней и новых молекулярных механизмов устойчивости к препаратам, используемым для их лечения, на основе анализа нуклеиновых кислот</p> <p>Разработка отечественных аппаратно-программных комплексов для определения первичной структуры нуклеиновых кислот</p> <p>Разработка алгоритмов обработки данных для выявления клинически значимых структурных и функциональных изменений нуклеиновых кислот</p> <p>Разработка алгоритмов и программного обеспечения для создания банка генетической информации населения Российской Федерации</p> <p>Создание систем обнаружения и количественной оценки структурных изменений нуклеиновых кислот, включая рекомбинантные технологии и технологии синтетической биологии</p> <p>Совершенствование методов получения специфических иммобилизованных ДНК-зондов, методов получения и контроля качества особо чистых дезоксирибонуклеозидтрифосфатов, предназначенных для секвенирования</p> <p>Разработка систем подачи растворов в проточные ячейки сенсорных чипов</p> <p>Разработка интерфейсных устройств для чипов</p> <p>Разработка прототипов сенсорных чипов для полногеномного секвенирования ДНК</p> <p>Совершенствование технологии цветовой однонуклеотидной детекции</p> <p>Разработка методов конъюгации и специфической сорбции нуклеиновых кислот на микросферы и заданные поверхности</p>

(продолжение)

Области задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
<p>Аппаратно-программные комплексы, аналитические устройства и реагенты для анализа динамических (изменяемых) макромолекулярных маркеров, а также лабораторные протоколы их использования</p>		<p>Выявление белковых молекулярных маркеров, определение их структуры и функций, тканевой принадлежности, вовлеченности в патогенез болезней</p> <p>Широкомасштабные эпидемиологические исследования для установления ассоциативных и патогенетических связей молекулярных маркеров с болезнями</p> <p>Определение механизмов изменения экспрессии и/или активности макромолекулярных маркеров</p> <p>Выявление связей между отдельными маркерами для анализа макромолекулярных профилей болезней</p> <p>Разработка высокопроизводительных методов определения структуры динамических макромолекулярных маркеров, включая белки, липиды, гликопротеины, РНК</p> <p>Определение функций и количества динамических макромолекулярных маркеров</p> <p>Разработка алгоритмов и программного обеспечения для обработки данных о строении и функции динамических макромолекулярных маркеров</p> <p>Разработка методов высокой очистки нуклеиновых кислот, белков, липидов и гликопротеинов, включающих неспецифическую сорбцию, специфическое связывание динамических макромолекулярных маркеров, автоматизацию процессов очистки</p> <p>Поиск и/или разработка новых методов быстрого обнаружения, количественной оценки и определения функций динамических макромолекулярных маркеров, включая работы по созданию методов и устройств для безаппаратной диагностики</p> <p>Создание аппаратно-программных комплексов для лабораторного определения динамических макромолекулярных маркеров</p> <p>Создание систем автоматизированной лабораторной диагностики динамических макромолекулярных маркеров, включая модули пробоподготовки и многокомпонентного анализа</p> <p>Разработка экспресс-тестов, в том числе безаппаратных, для определения динамических молекулярных маркеров острых состояний, а также маркеров состояний изменения макромолекулярного фона</p>
<p>Аппаратно-программные комплексы, аналитические устройства и реагенты для анализа низкомолекулярных соединений, а также лабораторные протоколы их использования</p>		<p>Выявление новых низкомолекулярных метаболитов, вовлеченных в патогенез социально значимых болезней</p> <p>Определение патогенетических связей между уровнем низкомолекулярных метаболитов и высокомолекулярными маркерами болезней</p> <p>Разработка способов прямого и опосредованного обнаружения низкомолекулярных метаболитов</p> <p>Выявление механизмов и путей биосинтеза низкомолекулярных метаболитов в нормальном и патологическом состояниях</p>

(продолжение)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Определение функционально замкнутых маркерных групп низкомолекулярных метаболитов при переходных, острых и хронических процессах</p> <p>Выявление динамических маркеров эффективности терапии</p> <p>Исследование механизмов расщепления метаболитов, ассоциированных с воспалением, а также хроническими болезнями</p> <p>Разработка аппаратно-программных комплексов для обнаружения и количественной оценки низкомолекулярных метаболитов, включая ионы и микроэлементы</p> <p>Разработка клинических протоколов обнаружения и количественной оценки низкомолекулярных метаболитов с использованием технологий детекции масс и зарядов низкомолекулярных метаболитов и их ионизированных компонентов, создание новых методов безаппаратного обнаружения метаболитов</p> <p>Разработка аппаратно-программных комплексов для динамического отслеживания уровня низкомолекулярных метаболитов персонализированного формата, разработка методов и протоколов оценки качества лабораторных исследований по обнаружению и количественному анализу низкомолекулярных метаболитов</p> <p>Разработка технологий синтеза специальных реагентов для цветowych реакций обнаружения и количественного анализа низкомолекулярных метаболитов</p> <p>Разработка модифицированных ферментативных комплексов для цветовой детекции низкомолекулярных метаболитов</p> <p>Создание проточных и непроточных чипов для детекции низкомолекулярных метаболитов в мультиплексном режиме</p> <p>Разработка технологий производства активных поверхностей для специфического взаимодействия с низкомолекулярными метаболитами</p>
<p>Методы обнаружения инфекционных агентов и лабораторные протоколы их использования</p>		<p>Создание прототипов систем, реализующих новые принципы организации вычислений</p> <p>Разработка методов биоинформатики для обработки данных геномного, транскриптомного и протеомного анализа</p> <p>Создание высокопроизводительных роботизированных систем скрининга</p> <p>Исследование систем экспрессии в клетках эукариот, в том числе новых векторов для генной терапии</p> <p>Разработка новых средств иммунопрофилактики на основе технологий биоинженерии и методов коррекции иммунного ответа</p> <p>Разработка новых методов идентификации и оценки эффективности ингибиторов онкологических и инфекционных заболеваний в культурах клеток</p> <p>Разработка молекулярно-генетических методов диагностики патогенов растений и животных</p>

(окончание)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Формирование экспериментальных моделей на основе клеточных линий и/или лабораторных животных для доклинического исследования заболеваний человека</p>
<p>Комбинаторная молекулярная сенсорика, в том числе на основе аптамеров, для создания универсальных средств диагностики и анализа статических и динамических факторов патологических состояний</p>		<p>Биоинформационный анализ диагностически значимых молекулярных статических и динамических факторов, молекулярный докинг</p> <p>Молекулярная инженерия и разработка биосенсорных молекул различной природы, в том числе аптамеров</p> <p>Модификация органических и неорганических поверхностей биосенсорными молекулами, получение, усиление и регистрация сигнала</p> <p>Поиск геномных, протеомных и метаболомных маркеров и их комбинаций, отражающих состояние и динамические характеристики патологического процесса</p> <p>Разработка биосенсоров для экспресс-диагностики метаболических нарушений, создание технологий многомерного чипирования</p>
<p>Молекулярная и клеточная патология, в том числе исследование изменения молекулярно-генетической компоненты внутриклеточных сигнальных путей, нарушения структуры и функции отдельных клеток и тканей в контексте развития патологических процессов для разработки технологий персонализированной медицины</p>		<p>Исследование нарушения внутриклеточных и межклеточных механизмов жизнедеятельности клеток</p> <p>Выявление молекулярно-генетических факторов, характеризующих индивидуальные реакции организма</p> <p>Создание практик управления структурно-функциональным состоянием эффекторных клеток, исследование Т-клеточных субпопуляций, регуляторных механизмов баланса субпопуляций, роли в формировании иммуннопатологии, поиск методов прямой элиминации аутореактивных клонов для терапевтических целей</p> <p>Фенотипирование, генотипирование, геномное и протеомное профилирование, отражающие индивидуальные реакции организма на патологический процесс</p> <p>Комплексное моделирование реактивности организма</p>

3.3 Молекулярное профилирование и выявление молекулярных и клеточных механизмов патогенеза

Ожидаемые результаты заделных исследований:

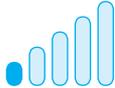
- электронный каталог (атлас) белков человека, содержащий экспериментальные данные о протеоме тканей и органов и функциональных связях белков — маркеров заболеваний;
- аппаратно-программные комплексы, реагенты и материалы для протеомного профилирования;
- высокопроизводительные методы анализа реализации генетического материала в виде совокупности молекул РНК (транскриптома), белков (протеома) и низкомолекулярных соединений (метаболома);
- высокочувствительные молекулярные детекторы, позволяющие выявлять в биологических пробах единичные макромолекулы;

- протеомные биомаркеры — потенциальные молекулярные мишени заболеваний;
- реагенты для количественных исследований белковых маркеров, присутствующих в концентрациях ниже 10^{-12} М.

**Перспективные направления заделных исследований в тематической области
«Молекулярное профилирование и выявление молекулярных
и клеточных механизмов патогенеза»**

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Идентификация и количественное определение транскриптов, белков и их модификаций (вариантов альтернативного сплайсинга, посттрансляционных модификаций, одноаминокислотных полиморфизмов) в тканях человека		<p>Создание экспериментальных образцов высокочувствительных молекулярных детекторов, позволяющих выявлять в биологических пробах единичные макромолекулы</p> <p>Разработка многопараметрических методов анализа (чиповых технологий)</p> <p>Разработка методов биоинформатики для обработки данных геномного, транскриптомного и протеомного анализа</p> <p>Разработка методов сравнительной геномики и протеомики</p> <p>Создание высокопроизводительных роботизированных систем скрининга</p> <p>Моделирование <i>in silico</i> структуры биомолекул и процессов, происходящих в живых системах, их анализ <i>in vitro</i> с использованием биохимических и биофизических подходов</p> <p>Регуляция экспрессии генов с использованием РНК-интерференции и родственных ей механизмов</p> <p>Создание прототипов систем, реализующих новые принципы организации вычислений</p> <p>Создание систем автоматизированной лабораторной диагностики динамических макромолекулярных маркеров, включая модули пробоподготовки и многокомпонентного анализа</p>
Повышение чувствительности и производительности методик измерения белкового состава образцов клинического материала		<p>Разработка аппаратно-программных комплексов и специфической реактивности для одномоментного анализа массивов динамических биомаркеров</p> <p>Разработка комплексных биоинформационных решений для анализа протеомных профилей</p> <p>Создание эффективных систем для автоматизации протеомного скрининга</p> <p>Исследование систем экспрессии в клетках эукариот, в том числе новых векторов для генной терапии</p> <p>Управление биологическими процессами с помощью света и других электромагнитных полей</p> <p>Профилирование белкового состава биологических образцов для оценки рисков развития социально значимых болезней</p> <p>Формирование баз данных и баз знаний функциональных связей белков – маркеров заболеваний</p>
Получение для продуктов каждого гена экспериментальных данных о его присутствии в организме пациента с диагностированным заболеванием		<p>Изучение структурных и функциональных характеристик протеомных биомаркеров – потенциальных молекулярных мишеней болезней</p>

(окончание)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка методов детектирования пикомолярных концентраций биомолекул в биологических образцах</p> <p>Разработка экспериментальных образцов реагентов для количественных исследований белковых маркеров, присутствующих в концентрациях ниже 10^{-12} М</p> <p>Анализ геномного и протеомного профилей социально значимых болезней</p> <p>Формирование баз данных и баз знаний (атласа) протеомных профилей человека</p> <p>Создание библиотеки биомаркеров социально значимых болезней</p>
<p>Взаимодействие инфекционных и паразитарных объектов различной природы с организмом хозяина, включая эпидемиологические, молекулярно-генетические, иммунологические и метаболические аспекты патогенеза, выявление молекулярных и клеточных мишеней, а также эффекторных молекул для диагностики, профилактики и терапии</p>		<p>Разработка моделей актуальных инфекций и паразитозов</p> <p>Исследование механизмов индукции ремоделирования тканей и канцерогенеза</p> <p>Выявление молекулярных маркеров инфекций, паразитозов, в том числе комбинированных, с использованием экспериментальных, клинических и эпидемиологических данных</p> <p>Исследование механизмов лекарственной устойчивости/чувствительности возбудителей инфекций и паразитозов</p> <p>Поиск молекулярных мишеней для разработки новых фармакологических средств для лечения и профилактики инфекций и паразитозов</p>
<p>Молекулярные основы когнитивной функции, в том числе построение сигнальных путей, структурно-функциональная характеристика тканей, клеток и клеточных элементов, обеспечивающих когнитивную функцию, выявление молекулярных и клеточных мишеней, а также эффекторных молекул для диагностики, профилактики и терапии</p>		<p>Биоинформационный анализ баз данных, моделирование сигнальных путей</p> <p>Структурно-функциональная характеристика тканей, клеток и клеточных элементов, обеспечивающих когнитивную функцию</p> <p>Исследование механизмов функционирования астроцитов и олигодендроцитов различных отделов и зон головного мозга в норме и при патологиях</p> <p>Исследование адаптивной эволюции головного мозга млекопитающих</p> <p>Исследование роли мобильных генетических элементов, а также липопротеидных и гликолипидных комплексов в формировании нейродегенеративных заболеваний</p> <p>Выявление молекулярных и клеточных мишеней, а также эффекторных молекул для диагностики, профилактики и терапии</p> <p>Разработка средств доставки эффекторных молекул в различные компартменты клеток-мишеней для регуляции когнитивной функции</p>

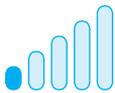
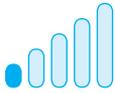
3.4 Биомедицинские клеточные технологии

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- продукты на основе регенеративных и клеточных технологий, предназначенные для восстановления нарушенной заболеванием структуры органов или тканей при сердечно-сосудистых, онкологических заболеваниях, нарушении функции внутренних органов, ожоговой болезни, трофических язвах, болезнях обмена веществ и травмах, в том числе:

- тканевые эквиваленты для восстановления поверхностных повреждений (ожогов, ран, язв и т. д.), для использования в травматологии и при лечении сердечно-сосудистых заболеваний;
- среды для получения бесклеточных продуктов культивирования стволовых клеток;
- методы трансплантации тканеинженерных конструкций, включая их кровоснабжение и иннервацию;
- клинические протоколы клеточной терапии для наследственных болезней и болезней обмена веществ;
- биоамещаемые материалы для использования в регенеративных процессах с применением бесклеточных технологий;
- биоамещаемые тканеинженерные конструкции, позволяющие экстренно восстанавливать иннервацию и кровообращение после травм;
- эквиваленты органов человека (поджелудочной железы, печени, зрительного и слухового анализаторов);
- методы генетической коррекции аутологичных стволовых клеток и использования стволовых клеток с индуцированной плюрипотентностью для лечения сердечной недостаточности, регенерации миокарда после инфаркта, восстановления нарушенного кровообращения, периферических нервов и нервной ткани.

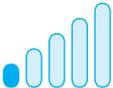
Перспективные направления дальнейших исследований в тематической области «Биомедицинские клеточные технологии»

Области дальнейших исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Методы регенерации тканей и органов человека с применением аутологичных и донорских клеток человека, тканевых эквивалентов, стимулирующих регенерацию препаратов, продуктов культивирования клеток		<p>Изучение роли контактных взаимодействий в активации и дифференцировке стволовых клеток</p> <p>Исследование роли гуморальных и контактных взаимодействий в реализации регенераторных влияний стволовых клеток</p> <p>Исследование механизмов регуляции миграционной активности тканеспецифичных стволовых клеток и внутриклеточных механизмов регуляции их подвижности</p> <p>Разработка способов применения тканеспецифичных стволовых клеток для лечения пациентов с ишемическими, посттравматическими и нейродегенеративными состояниями</p> <p>Разработка подходов к применению стволовых клеток для лечения пациентов с обширными ожогами и трофическими язвами</p> <p>Разработка методов клеточной терапии для восстановления репродуктивных функций, лечения болезней, связанных с патологиями соединительной ткани (варикозной болезни, пролапса органов тазового дна, пародонтоза и т. д.)</p>
Методы культивирования, модификации и перепрограммирования клеток человека		Исследование механизмов и факторов репрограммирования клеток

(продолжение)

Области задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Системы эффективного культивирования клеток человека, воздействия на их свойства и направленной дифференцировки для тканевой инженерии и клеточной терапии		<p>Исследование способности стволовых клеток к дифференцировке, а также обеспечивающих ее молекулярных механизмов</p> <p>Разработка способов направленной дифференцировки стволовых клеток с целью получения функционально активных клеток необходимой специализации (кардиомиоцитов, клеток печени и т. д.)</p> <p>Разработка безопасных способов выделения и наращивания собственных стволовых клеток пациента из жировой ткани, костного мозга, периферической, пуповинной крови, кожи и других источников</p>
Тканевые эквиваленты и искусственные живые органы человека		<p>Исследование механизмов взаимодействия стволовых клеток с различными тканеспецифичными матриксами и их сочетанием</p> <p>Выявление способов индукции клеточной плюрипотентности</p> <p>Установление механизмов реализации индуцированной плюрипотентности</p> <p>Исследование роли ДНК-модифицирующих белков и метилирования геномной ДНК в регуляции дифференцировки и плюрипотентности клеток</p> <p>Исследование роли микроРНК в регуляции дифференцировки соматических стволовых клеток и поддержании их плюрипотентности</p> <p>Поиск оптимальных типов клеток, их сочетаний, объемной плотности, дифференцировочного состояния и активности, а также матрицков их свойств и сочетаний для создания оптимальных тканевых эквивалентов</p> <p>Определение терапевтического потенциала клеток с индуцированной плюрипотентностью и условий обеспечения отсутствия их туморогенности</p> <p>Разработка методов получения тканевых эквивалентов, имеющих гистотипическую трехмерную структуру</p> <p>Разработка протоколов репрограммирования и дифференцировки клеток с индуцированной плюрипотентностью с целью получения специализированных пациент-специфических клеток для лечения болезней и методов обеспечения биобезопасности их применения</p>
Биологически активные вещества для направленного восстановления структуры измененных заболеваний органов и тканей человека		<p>Поиск новых мишеней, воздействие на которые стимулирует восстановление структуры органов и тканей</p> <p>Исследование механизмов регенераторного воздействия при использовании новых молекулярных мишеней</p> <p>Поиск оптимальных способов воздействия на новую, стимулирующую регенерацию мишень: выбор оптимальной природы препарата (генно-инженерная конструкция, рекомбинантный белок, химически синтезированное соединение); способа воздействия на мишень (агонист, антагонист, ингибитор, аллостерический регулятор и т. д.)</p> <p>Создание биоактивных веществ, способных стимулировать регенерацию тканей и органов сердечно-сосудистой, нервной, эндокринной, дыхательной, репродуктивной систем, кожи</p>

(продолжение)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка методов адресной доставки лекарств в определенные клетки и ткани</p> <p>Разработка методов терапевтической трансфекции клеток как вне организма, так и в тканях пациента</p>
<p>Препараты, стимулирующие регенерацию на основе продуктов культивирования клеток человека</p>		<p>Исследование регенераторной активности сочетаний компонентов, секретируемых стволовыми клетками</p> <p>Выбор типа клеток, бесклеточного препарата и способа его приготовления для стимуляции регенерации при лечении социально значимых болезней</p> <p>Разработка бессывороточных сред для культивирования клеток и способов использования бесклеточных продуктов для терапии и их испытания на моделях <i>in vivo</i></p> <p>Разработка методов масштабирования производства клеточных линий и бесклеточных продуктов</p>
<p>Управление клеточными функциями путем воздействия факторами различной природы на внутриклеточные и внеклеточные сигнальные пути, транскрипционные и трансляционные комплексы</p>		<p>Разработка средств доставки факторов различной природы в различные компартменты клеток-мишеней.</p> <p>Моделирование <i>in silico</i> внутриклеточных и внеклеточных сигнальных путей, транскрипционных и трансляционных комплексов</p> <p>Экспериментальное выявление узловых молекул и критических состояний внутриклеточных и внеклеточных сигнальных путей, транскрипционных и трансляционных комплексов</p> <p>Исследование межклеточных взаимодействий, в том числе определяющих регенерацию органов и тканей</p> <p>Управление профилем экспрессии генов-регуляторов дифференцировки клеток</p> <p>Разработка технологий клеточной модификации <i>ex vivo</i> и <i>in vivo</i>, репрограммирование клеток с целью контроля пролиферации и апоптоза</p>
<p>Биоинженерия, в том числе тканевая инженерия, тканевые эквиваленты и искусственные органы, скаффолды различной природы, клеточные элементы, культуры клеток и тканей для медицины</p>		<p>Разработка скаффолдов различной природы, модифицированных биоактивными компонентами, для <i>in vitro</i> создания аналогов внешних и внутренних органов с использованием аутологичных клеток</p> <p>Разработка технологий получения тканевых эквивалентов и искусственных органов</p> <p>Разработка технологии тканевого 3D прототипирования</p> <p>Исследование межклеточного взаимодействия</p>
<p>Искусственные живые системы, в том числе искусственные клеточные элементы и химерные клетки</p>		<p>Создание «электронных» клеток различной функциональной направленности</p> <p>Создание митохондрий из составляющих ее макромолекул, получаемых методами синтетической биологии</p>

(окончание)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Исследование везикулярного транспорта и разработка управляемых везикул</p> <p>Разработка функциональных клеточных мембран</p> <p>Получение клеток с заданными свойствами, не имеющих аналогов в природе</p>
Методы безопасной консервации и хранения клеточных продуктов		<p>Разработка методов и реагентов, включая среды, для стабилизации сохраняемых культивированных клеток и их продуктов</p> <p>Методы культивирования, модификации и перепрограммирования клеток человека и лабораторных протоколов их применения</p>
Оценка биобезопасности биомедицинских препаратов и клеточных продуктов		<p>Выявление ключевых механизмов реализации регенеративных влияний стволовых клеток на разные органы и ткани при различных патологических состояниях</p> <p>Исследование функциональной активности клеток, полученных с помощью дифференцировки из клеток с индуцированной плюрипотентностью, оценка их биобезопасности</p>

3.5 Биodeградируемые и композитные материалы медицинского назначения

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- изделия нового поколения из многокомпонентных биосовместимых материалов для кардиологии, онкологии, ортопедии, травматологии, стоматологии и других областей медицины, включая имплантаты на металлической, керамической и полимерной основе с биоактивными покрытиями для тканевой и костной имплантации, биорезорбируемые матрицы, а также гибридные скаффолды, кишечные и кардиологические стенты, высокоэффективные антисептические перевязочные материалы и др.

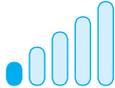
Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Биodeградируемые и композитные материалы медицинского назначения»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Материалы специализированного действия для наружного применения		<p>Разработка основ синтеза и принципов структурного дизайна антимикробных композитных материалов на основе электропозитивных наноструктурных частиц, обеспечивающих избирательную бактерицидную и антисептическую активность</p> <p>Моделирование процессов взаимодействия в системе «частица – микроорганизм»</p> <p>Исследование механизмов действия наноструктурных частиц на микробные клетки, клетки раневой поверхности, здоровые клетки, изучение процессов биосовместимости</p>

(продолжение)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка антимикробных материалов на основе многокомпонентных наночастиц, содержащих нитридные и металлические фазы на уровне одной частицы, и оценка их биологической активности</p> <p>Создание наноструктурных сорбентов и исследование сорбционной активности в отношении микроорганизмов</p> <p>Разработка опытных технологий получения высокоэффективных ранозаживляющих и сорбционных антимикробных материалов, не содержащих антибиотики и антисептики, для хирургии, комбустиологии, дерматологии и травматологии</p>
<p>Создание биомеханически совместимых кардиологических и кишечных имплантатов и стентов с функциональными покрытиями</p>		<p>Разработка научных основ создания биологически совместимых поверхностей и покрытий, в том числе с использованием электронно-ионно-плазменных технологий, обладающих эффектами влияния на пролиферативную активность клеток</p> <p>Разработка принципов создания новых композитно-полимерных биodeградируемых и экологически безопасных материалов, а также поверхностей и покрытий, включающих биологически активные молекулярные структуры</p> <p>Моделирование биоактивных конструкций для создания биомеханически совместимых имплантатов и ангиохирургических стентов</p> <p>Определение оптимальных комбинаций химических элементов для формирования покрытий на кардиологические и кишечные имплантаты и стенты и оценки их рестенирования</p> <p>Разработка аппаратных комплексов для формирования покрытий на имплантаты и стенты методами электронно-ионно-плазменных технологий с учетом индивидуальных особенностей человека</p> <p>Разработка новых методов очистки и наработки химически и экологически чистых мономеров для создания новых композитно-полимерных материалов, в том числе для осаждения гидрофильных или гидрофобных полимерных покрытий на имплантаты и стенты</p> <p>Разработка методов компьютерного конструирования новых материалов и покрытий, биомеханически совместимых с полыми органами человека</p> <p>Исследование биологической эффективности новых кардиологических и кишечных имплантатов и стентов на экспериментальных моделях болезней</p> <p>Разработка минимально травматичных методов доставки сердечно-сосудистых и кишечных имплантатов и стентов в соответствующие области организма с использованием экспериментальных моделей</p>
<p>Композитные материалы с функциональной структурой для дентальных и челюстно-лицевых имплантатов</p>		<p>Исследование механизмов взаимодействия новых сплавов на основе циркония с клетками и тканями</p> <p>Исследование закономерностей остеоинтеграции материалов на основе циркония</p> <p>Оптимизация морфологии поверхности в соответствии со структурой костной ткани с целью сокращения сроков, необходимых для процессов остеоинтеграции</p> <p>Модификация поверхности композитов тонкими биосовместимыми покрытиями</p>

(окончание)

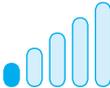
Области задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка методов стерилизации поверхности композитов посредством электронного и ионно-плазменного воздействия и способов оценки степени стерильности</p> <p>Разработка конструкции дентальных и челюстно-лицевых имплантатов нового поколения, обеспечивающих наиболее комфортное проведение имплантации; сокращение сроков остеоинтеграции; гарантию надежности соединения имплантатов с элементами принадлежности, используемых на последних этапах протезирования; долговечность имплантации и протезирования; повышение степени безопасности использования имплантатов</p>
<p>Материалы для ортопедии, повторяющие архитектуру костной ткани</p>		<p>Разработка принципов структурного дизайна биокерамик и получение высокопрочных пористых керамик для эндопротезирования костного аппарата в структурно-фазовом состоянии, аналогичном природной костной ткани, провоцирующем ее пролиферацию в керамический каркас</p> <p>Создание пространственных структур, оптимальных для трехмерного новообразования костной ткани без угнетения ее морфогенетических потенций (обеспечение остеокондуктивности)</p> <p>Создание материалов, аналогичных природной костной ткани, и их исследование на экспериментальных моделях</p> <p>Разработка методов модификации внутривещных поверхностей керамического материала биоактивными кальций-фосфатными соединениями, обеспечивающими контролируемую кинетику пролиферации костной ткани в поровое пространство имплантата</p> <p>Разработка технологических подходов, обеспечивающих формирование пространственной структуры пористого керамического каркаса методами прямого прототипирования имплантатов, индивидуализированных для конкретного пациента</p> <p>Исследование биосовместимости и химической устойчивости эндопротезов</p> <p>Оценка прочности эндопротезов на фоне влияния органо-тканевого окружения при статических и динамических нагрузках</p>
<p>Материалы, стимулирующие регенеративные процессы при трансплантации и регулирующие клеточную активность и дифференцировку в организме</p>		<p>Исследование новых композитов для матриц – носителей стволовых клеток («тканевых биоконструкторов») на основе биосовместимых материалов, в том числе наноструктурированных металлов, и покрытий для отечественных высококачественных имплантатов, необходимых для развития регенеративной медицины</p> <p>Исследования <i>in vitro</i> и <i>in vivo</i> для развития концепции «тканевых биоконструкторов» различных поколений на основе ключевых технологий «ниша - рельеф» и «ниша - энергия» для стромальных и паренхиматозных стволовых клеток</p> <p>Разработка и изучение свойств 2D- и 3D-«тканевых биоконструкторов» с искусственными микротерриториями определенных размеров и плотности распределения для стимуляции роста эндогенных стволовых клеток</p> <p>Разработка протоколов создания и модернизации панелей матриц – носителей стволовых клеток («тканевых биоконструкторов»), оптимальных способов функционализации их структуры и поверхности</p>

3.6 Биоэлектродинамика и лучевая медицина

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- методы и аппаратно-программные комплексы для диагностики и лечения, основанные на технологиях направленного действия электромагнитных полей, высокоэнергизированных излучений, электродинамическое моделирование клеток и тканей;
- новые интерфейсы для регистрации и коррекции состояния организма;
- лабораторные протоколы применения электродинамических методов и методов лучевой терапии.

Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Биоэлектродинамика и лучевая медицина»

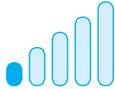
Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Контактные устройства, предназначенные для взаимодействия клеток с искусственными системами, для замещения функций поврежденных органов		<p>Разработка технологии применения терагерцового излучения для физиотерапевтических целей</p> <p>Развитие физических основ низкотравматичной микрохирургии различных видов биологических тканей с использованием фемтосекундных лазерных импульсов</p>
Интегрированные электронные управляющие устройства для восстановления поврежденных функций и мониторинга текущего состояния организма, в том числе в удаленном режиме		<p>Разработка технологий роботизированной и визуализированной хирургии</p> <p>Разработка эффективных методов генерации и регистрации волн терагерцового излучения, создания лазерных спектроанализаторов со сверхширокой областью перестройки</p>
Системы визуализации внутренней структуры со сверхвысоким разрешением		<p>Разработка методов визуализации на основе ядерных технологий в сочетании с методами коррекции изображения в режиме реального времени, путем анализа сложных 3D-изображений</p> <p>Создание систем безопасности при использовании волн терагерцового излучения</p> <p>Разработка методов магнитно-резонансной спектроскопии</p> <p>Фундаментальные исследования биоэффектов терагерцового излучения, магнитных эффектов, биоэффектов сверхкоротких лазерных импульсов оптического диапазона, магнитных полей и др.</p> <p>Разработка средств визуализации на клеточном и субклеточном уровнях</p> <p>Разработка МРТ-технологий с повышенным контрастом изображения для работы в режиме реального времени</p> <p>Разработка функциональных МРТ-устройств со специализированным программным обеспечением</p> <p>Разработка технологий визуализации на основе сочетания высококачественных, ультразвуковых, радиочастотных источников излучения, информационных технологий, в том числе в режиме реального времени</p> <p>Разработка средств визуализации на клеточном и субклеточном уровнях</p>
Высококчувствительные сенсоры физических и физиологических параметров человека		<p>Разработка технологии диагностики недостаточности иммунной системы у практически здоровых лиц</p>

3.7 Геномная паспортизация человека

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- национальные базы данных геномной информации;
- сеть центров прикладных геномных исследований;
- банк данных потенциальных биомишеней.

Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Геномная паспортизация человека»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
База данных и база знаний генотипов и гаплотипов населения Российской Федерации		Разработка системы мониторинга состояния популяций
База данных и база знаний клинико-ассоциированных одиночных и множественных нуклеотидных полиморфизмов, генов и генных сетей, влияющих на эффективность фармакотерапии		<p>Разработка стандартизированной национальной системы биобанков, их включение в международные системы банков биологических образцов</p> <p>Разработка регистров заболеваний в поддержку биобанка</p> <p>Многоцентровые эпидемиологические исследования в области популяционной генетики этнических групп населения Российской Федерации</p> <p>Создание прототипов элементов вычислительных систем, реализующих перспективные принципы сопряжения, хранения и информационного обмена</p> <p>Создание прототипов мультязычных программных систем извлечения и формализации знаний из неструктурированной и слабоструктурированной информации, а также перспективных средств хранения и анализа знаний</p> <p>Разработка интегрированных электронных управляющих устройств для восстановления поврежденных функций и мониторинга текущего состояния организма, в том числе в удаленном режиме</p>
Образцы аппаратно-программных комплексов и лабораторные протоколы применения реагентов для полногеномного секвенирования ДНК, анализа протеомных, транскрипционных и эпигенетических профилей человека		<p>Создание прототипов аппаратно-программных комплексов и их элементов, реализующих перспективные принципы молекулярного анализа</p> <p>Разработка программных систем анализа данных статических и динамических маркеров патологических процессов и протоколов поддержки принятия решений</p> <p>Разработка новых реагентов и протоколов их применения для высокотехнологичных аппаратно-программных комплексов с целью создания новых систем молекулярного скрининга</p>

4 НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ

Изменение сложившегося облика экономики и общества во многом связывают с широким распространением новых материалов и нанотехнологий в производственных процессах и сфере услуг. По оптимистическим оценкам, первых заметных эффектов, прежде всего в сфере наноэлектроники, фотоники, нанобиотехнологий, медицинских товаров и оборудования, нейроэлектронных интерфейсов, наноэлектромеханических систем, можно ожидать уже в ближайшие пять лет. Самыми значимыми прорывами следующего десятилетия могут стать молекулярное производство макроскопических объектов («настольные нанофабрики»), развитие атомного дизайна. Конвергенция нано-, инфо-, био- и когнитивных технологий в перспективе сможет послужить залогом повышения продолжительности активной стадии жизни человека.

Возможно, именно отмеченные направления во многом будут определять уровень технологий будущего, однако в силу специфики рассматриваемой сферы точно спрогнозировать, в каких именно ее сегментах прорывы наиболее вероятны, не представляется возможным. Большие ожидания связаны, в первую очередь, с созданием гибридных структур, сочетающих органические фрагменты с неорганическими, а живые ткани — с синтетическими компонентами, способными придать им новые свойства; развитием нанокompозитов, что позволит получать материалы с уникальными показателями прочности, эластичности и проводимости, крайне важными для прогресса альтернативной энергетики; математическим моделированием свойств наноматериалов, призванным существенно ускорить поиск новых систем с полезными свойствами.

Наноматериалы будут играть заметную роль и в решении экологических проблем, составляя ядро современных сенсорных систем, средств водоочистки, процессов разделения и многих направлений «зеленой» химии. На них основан ряд новых лекарственных препаратов, средств их адресной доставки, а также технологий оперативной диагностики живых организмов.

Эксперты выразили консолидированное мнение относительно большинства сфер применения — будущих рынков нанотехнологий и новых материалов. Так, например, уже к 2015 г. предполагается рост применения нанотехнологий в осветительном оборудовании, индустрии спорта, текстильной промышленности; в период 2020–2030 гг. прогнозируется расширение внедрения нанотехнологий в автомобильную и авиакосмическую отрасли, судостроение, пищевую промышленность, строительный комплекс. В среднесрочной перспективе ожидается появление рынков, характеризующихся сочетанием значительных объемов и высоких темпов роста: нанотехнологических приложений в автомобилестроении, оборудовании для добывающей и обрабатывающей промышленности, фармацевтике и производстве медицинского оборудования, электроэнергетике.

Возможности России включиться в эти масштабные изменения или даже занять лидирующие позиции в некоторых сферах во многом определяются уровнем научно-технологических заделов, в составе которых были выделены шесть наиболее перспективных областей (рис. 4.1).

В отличие от большинства рассматриваемых в докладе приоритетных направлений, уровень российских исследований в сфере нанотехнологий и новых материалов был оценен экспертами достаточно высоко, в частности, в таких областях, как «Разработка наноразмерных катализаторов для глубокой переработки сырья» и «Разработка наноструктурированных мембранных материалов». Однако существуют и «белые пятна» — области, в которых результаты проводимых в стране исследований были признаны невысокими. К ним относится, например, «Разработка конструкционных материалов для энергетики».

Рис. 4.1 Тематические области направления «Новые материалы и нанотехнологии»



4.1 Конструкционные и функциональные материалы

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- градиентные покрытия на основе нанокompозитов с эффективной защитой узлов и агрегатов от внешних факторов;
- композиционные интерметаллидные наноструктурированные покрытия для защиты конструкций в экстремальных условиях;

- углеволокнистые композиты с керамической матрицей на основе высокопрочных, высокомодульных нитей с пониженной массой и повышенной термостабильностью для производства элементов конструкции самолетов, ракет и космических станций;
- конструкционные материалы нового поколения с новой архитектурой и свойствами, в первую очередь механическими: повышенной прочностью, пластичностью, твердостью, трещиностойкостью, сопротивлением усталости и др.
- функциональные материалы нового поколения с новыми свойствами (оптическими, транспортными, излучательными и др.), обусловленными наличием структурных элементов наномасштабных размеров;
- многоядерные процессоры на основе фотонных нанопереклюателей, повышающие пропускную способность внутричиповых соединений при снижении энергопотребления;
- солнечные батареи, преобразующие до 90% световой энергии в электрическую, батареи, использующие инфракрасный диапазон и коротковолновую область солнечного спектра;
- новые материалы для альтернативных источников электроэнергии на основе наноматериалов;
- сверхмощные керамические магниты для изготовления высокоэффективного электроэнергетического оборудования и его компонентов и др.

Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Конструкционные и функциональные материалы»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Высокопрочные материалы		<p>Разработка высокопрочных и высокомодульных композиционных материалов с высоким сопротивлением статическим, повторно-статическим, динамическим нагрузкам</p> <p>Разработка полиматричных композиционных материалов, армированных наноразмерными наполнителями, с повышенной прочностью и термостойкостью</p> <p>Разработка высокопрочных, высокомодульных и теплопроводящих углеродных армирующих волокнистых материалов на основе полимеров и мезофазных пеков</p>
Износостойкие материалы		<p>Разработка трещиностойких слоистых металлополимерных материалов и металлостеклопластиков, в том числе армированных</p> <p>Разработка антифрикционных материалов, модифицированных наноструктурами, с высокими показателями прочности и износостойкости в условиях воздействия агрессивных газовых и жидких сред</p> <p>Разработка сверхлегких ударостойких композиционных материалов на основе теплостойких градиентных пеноматериалов</p> <p>Разработка материалов для защиты от ударных, вибрационных воздействий, шума и электромагнитного излучения</p> <p>Разработка термостойких и ударостойких связующих и уплотнительных материалов для композиционных материалов конструкционного и функционального назначения</p>

(продолжение)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Антикоррозионные материалы		<p>Разработка материалов, обладающих повышенной стойкостью к окислению и коррозии</p> <p>Создание функциональных покрытий с низкой адгезией к солям жесткости, малой шероховатостью и высокими антикоррозионными свойствами для увеличения срока службы тепловых сетей и снижения их гидравлического сопротивления</p> <p>Разработка слоистых, градиентных, упрочняющих и барьерных покрытий для защиты материалов от коррозионных повреждений, механического и эрозионного износа, тепловых воздействий, обеспечивающих возможность эксплуатации материалов в разных климатических условиях</p>
Термостойкие материалы		<p>Разработка композиционных материалов с регламентированной структурой, работоспособных при температурах до 1700–2500 °С</p> <p>Разработка термopочных и термостойких углеродных и углерод-керамических материалов, в том числе модифицированных наночастицами и многомерно армированных</p> <p>Разработка легких высокотемпературных интерметаллидных материалов и материалов на интерметаллидной матрице, упрочненной тугоплавкими оксидами и волокнами</p> <p>Разработка сверхлегких пеноматериалов, волокнистых теплозащитных и теплоизоляционных материалов, в том числе многофазовых и абляционных</p> <p>Разработка теплозащитных покрытий с керамическим слоем пониженной теплопроводности, с композитными барьерными слоями</p> <p>Разработка материалов и покрытий для эксплуатации в условиях экстремально высоких температур и динамических нагрузок для использования в мощных газовых турбинах с длительным ресурсом работы, при переменных нагрузках с большими амплитудами и скоростями их изменений, а также в теплоэнергетических установках с ультравысокими параметрами пара</p>
Радиационностойкие материалы		<p>Разработка радиационно- и коррозионностойких материалов, в том числе дисперсно-упрочненных сталей и сплавов</p> <p>Разработка радиационностойких теплозащитных покрытий</p>
Интеллектуальные и настраиваемые конструкционные материалы		<p>Разработка композиционных материалов с адаптацией к внешним воздействиям (термическим и механическим нагрузкам и др.)</p> <p>Разработка материалов, обладающих памятью и восстанавливающих первоначальную форму при термическом или химическом воздействии</p> <p>Разработка самовосстанавливающихся и самозалечивающихся материалов</p> <p>Разработка материалов с интегрированными в структуру оптоволоконными и электрическими элементами, обладающих функциями самодиагностики и беспроводного мониторинга напряженно-деформированного состояния</p> <p>Разработка материалов с интегрированными в структуру актюаторными элементами на основе пьезоэлектриков, способных адаптироваться к внешним воздействиям, в том числе изменять размеры, форму и свойства</p> <p>Разработка высокодеформативных материалов, обладающих функциями самозалечивания, в том числе с многомерным армированием</p>

(продолжение)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Связующие материалы		<p>Разработка связующих материалов, служащих интегрирующей основой для создания конструкционных многофункциональных материалов</p>
Сенсорные материалы		<p>Разработка наноматериалов для миниатюрных высокочувствительных хемосенсоров с высокой селективностью</p> <p>Разработка сенсорных материалов с фрагментами биологических структур, биосенсоров, биочипов и гибридных датчиков на их основе, нейро-биоинтерфейсов</p>
Материалы с особыми электромагнитными свойствами		<p>Разработка углеродных структур для наноэлектроники</p> <p>Разработка органических высокомолекулярных электропроводящих полимеров, в том числе со смешанной (электронно-ионной) проводимостью</p> <p>Разработка сверхпроводящих материалов, в том числе высокотемпературных</p> <p>Разработка наноматериалов для нового поколения электрохимических источников тока</p> <p>Разработка функциональных нанокристаллических покрытий со специальными электрическими и магнитными свойствами</p> <p>Разработка материалов для защиты от вибрационных, акустических и электрических воздействий, снижения уровня видимости в оптическом и радиодиапазонах</p> <p>Разработка магнитных наноструктур, в том числе молекулярных и магнитных наноматериалов</p> <p>Разработка магнитно-активируемых, магнитоуправляемых материалов и магнито-реологических жидкостей</p>
Каталитические материалы		<p>Разработка катализаторов для процессов переработки углеводородного сырья и повышения качества производимых моторных топлив</p> <p>Разработка наноструктурированных и наноразмерных катализаторов для нефтехимических процессов, включая переработку тяжелых нефтяных остатков и высоковязкой нефти</p> <p>Разработка каталитических процессов конверсии природного и попутных газов нефтедобычи в жидкое топливо, водород и ценные органические продукты</p> <p>Разработка каталитических методов переработки возобновляемого сырья (биогаза и биомассы) в ценные органические продукты</p> <p>Разработка принципов проведения каталитических процессов для переработки органического сырья</p>
Материалы с особыми оптическими свойствами		<p>Разработка материалов для органических светодиодов, гибких солнечных батарей, дисплеев и световых накопителей</p> <p>Разработка люминесцентных материалов, активированных ионами редкоземельных и переходных металлов</p> <p>Разработка светоизлучающих наноструктур, в том числе квантовых, для лазеров и люминесцирующих устройств</p> <p>Разработка наноструктурированных оптических волокон и световодов, в том числе брэгговских решеток, фотонных структур</p>

(окончание)

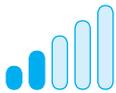
Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка наноструктурированных жидкокристаллических материалов</p> <p>Разработка покрытий, изменяющих светопоглощение, электропроводность под внешним воздействием</p>
Мембранные материалы		<p>Разработка мембранных материалов, мембранных реакторов и процессов мембранного катализа для производства ценных химических продуктов</p> <p>Разработка наноструктурированных мембран с улучшенными транспортными свойствами и устройств на их основе для очистки и разделения газовых и жидких сред</p> <p>Разработка наноматериалов на основе гибридных мембран и биметаллических катализаторов для топливных элементов</p>

4.2 Гибридные материалы, конвергентные технологии, биомиметические материалы и материалы медицинского назначения

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- костные имплантаты на основе биорезорбируемых нанокерамик и биокompозитов, поставляющие материал для достраивания живых тканей организма, заполнения костных дефектов и др.;
- средства направленной доставки лекарств и воздействия на онкологические новообразования, созданные с использованием биосовместимых нанокомпозитов на основе нанопористых соединений;
- нанокомпозиты на основе плазмидных ДНК и интерферирующих РНК для направленной доставки генетического материала;
- устройства для прямого считывания последовательности нуклеотидов, изготовленные с использованием наноструктурированной поверхности.

Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Гибридные материалы, конвергентные технологии, биомиметические материалы и материалы медицинского назначения»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Гибридные материалы и конвергентные технологии		<p>Разработка принципов, методов и технологии создания гибридных материалов, структур, устройств и систем, гибридной компонентной базы (биочипов, гибридных детекторов, гибридных актюаторов), гибридной сенсорики (микрофлюидики, нанохемосенсоров, биоподобных бионических сенсоров, гибридных сенсорных платформ)</p> <p>Разработка принципов, методов и технологий создания синтетических (искусственных) биологических и биоподобных структур, устройств и систем (белков, белковых комплексов, искусственной клетки, «лечащего» вируса)</p>

(ОКОНЧАНИЕ)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Создание нейробиоинтерфейсов, биоподобных и антропоморфных технических устройств и систем, в том числе робототехнических</p> <p>Разработка новых методов синхротроно-нейтронной диагностики неорганических, органических, гибридных и биоподобных материалов и структур</p>
<p>Биомиметические материалы и материалы медицинского назначения</p>		<p>Разработка материалов для устройств и технологий стимуляции центральной нервной системы</p> <p>Разработка материалов с особыми функциональными свойствами для систем инвазивной и неинвазивной диагностики</p> <p>Разработка биокomпозитов и покрытий на основе полимеров, наноструктурированных углеродных, керамических, металлических и полимерных материалов, биоактивных стекол</p> <p>Разработка биорезорбируемых материалов для костных и зубных имплантатов</p> <p>Разработка имплантируемых биodeградируемых и трансдермальных систем с контролируемым высвобождением лекарственных веществ</p> <p>Разработка материалов для нанокапсулирования и адресной доставки лекарств, активных веществ и генетического материала</p> <p>Разработка систем с высокой адгезией к различным субстратам, в том числе биологическим, для использования в качестве защитных покрытий, упаковок, повязок на раны и ожоги, систем доставки лекарственных веществ и др.</p>

4.3 Компьютерное моделирование материалов и процессов

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- новые концепции и программы предсказательного многомасштабного моделирования материалов и процессов (включая проверку расчетов на массиве экспериментальных данных);
- новые методы многопараметрического расчета сложных систем, обладающих биологическими свойствами и биохимической активностью материалов, интеллектуальные материалы для «умных» конструкций и др.

Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Компьютерное моделирование материалов и процессов»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
<p>Компьютерное моделирование материалов и процессов</p>		<p>Моделирование структуры и свойств материалов как функции их состава и организации с выходом на функциональные и конструкционные свойства материалов</p>

(окончание)

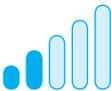
Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Моделирование процессов роста, агрегации, самосборки и самоорганизации наноматериалов и супрамолекулярных систем</p>
		<p>Моделирование процессов химического осаждения тонких пленок и покрытий из газовой и жидкой фаз</p>
		<p>Моделирование процессов переноса в нанопористых материалах и мембранах</p>
		<p>Моделирование процессов переноса заряда и энергии в наноструктурированных материалах, в том числе многослойных</p>
		<p>Моделирование рецепторных систем, молекул и препаратов, обладающих биологической активностью</p>
		<p>Моделирование новых комплексных систем с использованием соединений и наноструктур на основе эффектов самоорганизации, обеспечивающих разработку интеллектуальных материалов для «умных» конструкций</p>
		<p>Моделирование новых материалов искусственного и синтетического происхождения, воспроизводящих отдельные функции биологических объектов</p>
		<p>Моделирование нано-, био-, инфо- и когнитивных технологий</p>

4.4 Диагностика материалов

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- перспективные диагностические системы;
- конкурентоспособные технологии, обеспечивающие высокую информативность и достоверность результатов, полученных в ходе исследования внутренней структуры объектов;
- новые концепции контроля состояния сложных систем в ходе физических и химических процессов;
- новые системы визуализации поверхности материалов с атомным разрешением.

Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Диагностика материалов»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Диагностика материалов		<p>Разработка перспективных технологий диагностики материалов, основанных на принципах взаимодействия физических полей и обеспечивающих высокую информативность и достоверность результатов исследования объектов</p> <p>Разработка неразрушающих методов исследования материалов и процессов в режимах in-situ и operando (синтез, включая процессы самосборки; модификация и перестройка наночастиц; деградация; химические процессы, протекающие с участием наночастиц, и др.)</p>

(ОКОНЧАНИЕ)

Области задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка методов визуализации нанообъектов (атомно-силовая, сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия)</p> <p>Разработка методов исследования поверхности наночастиц и наноматериалов (дифракция быстрых и медленных электронов, рентгеновская фотоэлектронная, оже-спектроскопия)</p> <p>Разработка специальных методов локального определения химического состава материалов, включая наноматериалы</p>

5 РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Окружающая среда в эпоху глобализации и бурного научно-технологического развития становится все более уязвимой. Дальнейшее следование сложившемуся инерционному сценарию в отношении природопользования неприемлемо и грозит значительными рисками, связанными с человеческими потерями и ограничениями для экономического роста. Достаточно упомянуть, что бóльшая часть глобальных вызовов, с которыми человечество столкнется в ближайшее время, связана с окружающей средой и ее нерациональным использованием. Это, в первую очередь, истощение ряда критически важных ресурсов, изменение климата, рост техногенной нагрузки и загрязнение природных сред, потеря биоразнообразия и др. Роль научно-технологических заделов в поиске и формировании комплексных ответов на подобные вызовы, безусловно, высока. Однако если международное сообщество уже осознало важность перехода к экологически ориентированному развитию («зеленому росту»), то в нашей стране эта тематика традиционно рассматривалась «по остаточному принципу».

В представленном докладе по итогам работы экспертных панелей в рамках приоритетного направления «Рациональное природопользование» выделены четыре тематические области прикладных исследований, наиболее перспективные для России (рис. 5.1). Результаты, которые могут быть достигнуты в период до 2030 г., охватывают создание систем мониторинга, оценки и прогнозирования состояния окружающей среды, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера; перспективных технологий поиска и разведки минеральных ресурсов; высокоэффективных безопасных методов морской разведки и добычи углеводородов в экстремальных природно-климатических условиях. Их разработка и внедрение приведут к более эффективному использованию минерально-сырьевой базы страны и ее воспроизводству, снижению уровня загрязнения окружающей среды, минимизации ущерба от природных и техногенных катастроф.

Существенной тенденцией последних лет стало постепенное превращение экологических технологий из статьи затрат в фактор получения прибыли, способствующий притоку инвестиций и выходу на новые рынки. По экспертным оценкам, в среднесрочный период (до 2020 г.) наиболее быстрорастущие сферы их применения — экологически чистые материалы и продукты; программное обеспечение и геоинформационные системы; оборудование и материалы для повышения эффективности добычи и переработки полезных ископаемых; системы раннего обнаружения и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. В долгосрочной перспективе (2020–2030 гг.) возможен значительный рост рынка услуг по водоочистке, рециклингу воды; экологически безопасному обращению с отходами; рынков вторичного сырья и готовой продукции на основе переработки отходов и стоков и соответствующего оборудования.

Для России необходимость создания научно-технологических заделов в сфере рационального природопользования диктуется не только возможностями получения значимых долей на указанных перспективных рынках, но и угрозой потери существующих позиций в традиционных сегментах вследствие постоянного ужесточения международных экологических стандартов качества продукции и используемых для ее производства технологий. Решение этой многофакторной задачи требует развития высоких компетенций отечественных разработчиков по всем выделенным направлениям прикладных исследований.

Тематические области направления «Рациональное природопользование»

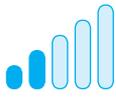
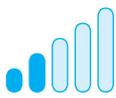


5.1 Сохранение благоприятной окружающей среды и обеспечение экологической безопасности

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- снижение уровня негативного воздействия хозяйственной деятельности (образования отходов производства и потребления, выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, сбросов в водные объекты) на природную среду и здоровье населения;
- разработка и применение экологически эффективных технологий мирового уровня в основных отраслях экономики.

**Перспективные направления заделных исследований в тематической области
«Сохранение благоприятной окружающей среды и обеспечение экологической безопасности»**

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Изучение изменений климата и экстремальных климатических событий с использованием перспективных подходов к анализу климатообразующих факторов		<p>Исследование механизмов возникновения и развития опасных и экстремальных гидрометеорологических процессов в атмосфере и гидросфере, включая внетропические циклоны, экстремальные осадки, наводнения и засухи, штормовую активность</p> <p>Изучение динамики циркуляционных систем атмосферы, включая основные климатические моды, внетропические и тропические циклоны, и их роли в формировании аномалий атмосферной циркуляции</p> <p>Формирование массивов данных о современных и прогнозируемых изменениях климата на основе высокоточных наблюдений и модельных экспериментов</p>
Реконструкция ретроспективной и оценка современной динамики криосферы, в том числе многолетнемерзлых грунтов и ледников, а также прогноз ее изменений		<p>Формирование библиотек данных о ретроспективном и современном состоянии криосферы, в том числе о многолетнемерзлых грунтах и ледниках, последствиях глобальных изменений криосферы Земли для климата, природы и общества</p> <p>Оценка динамики современных процессов изменения криосферы в полярных регионах</p>
Формирование прогноза переноса и трансформации загрязняющих веществ в окружающей среде, включая микро- и наночастицы		<p>Формирование библиотек данных о миграции элементов, полученных посредством внедрения перспективных технологий исследования геохимии ландшафтов</p> <p>Создание систем количественной оценки влияния новых видов загрязнений на процессы очистки сточных вод</p>
Оценка изменений экологического состояния ландшафта и его компонентов, эрозионно-руслowych процессов, биогеохимических потоков, биопродуктивности и биоразнообразия, а также водных объектов и их систем		<p>Разработка методов оценки состояния ландшафта и его компонентов для целей оптимизации территориального планирования</p> <p>Формирование библиотек данных об эколого-географических закономерностях образования биоразнообразия, моделях его эволюции и средообразующих функциях, инвазиях чужеродных видов</p> <p>Формирование библиотек данных о закономерностях эволюции геосистем в условиях изменений климата современной эпохи и ее палеогеографических аналогов</p> <p>Разработка методов снижения антропогенной нагрузки на водные объекты – источники водоснабжения</p>
Оценка и прогнозирование комплексного воздействия природных и техногенных факторов на состояние здоровья и жизнедеятельность населения в условиях изменяющегося климата и окружающей среды		<p>Оценка изменения состояния здоровья населения</p> <p>Разработка способов адаптации населения к изменяющемуся климату и трансформации окружающей среды</p> <p>Разработка методов оценки воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и медико-экологическую обстановку</p>
Разработка систем рационального природопользования в условиях городов и агломераций, размещения хозяйства и населения		<p>Разработка лабораторных технологий экологически безопасной утилизации отходов, а также ресурсосберегающих технологий, обеспечивающих соблюдение нормативов качества окружающей среды при переработке отходов</p> <p>Создание и использование многофункциональных и проблемно-ориентированных геоинформационных систем и перспективных интеллектуальных экспертных систем обеспечения экологической безопасности жизнедеятельности</p>

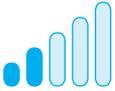
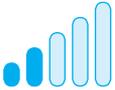
Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Оптимизация схем территориального планирования в соответствии с ландшафтной структурой и эколого-ресурсным потенциалом		<p>Разработка методов оценки экологической емкости природной среды и определения критических антропогенных нагрузок на ландшафт и его компоненты</p> <p>Разработка методов и технологии проведения регионального мониторинга территорий на основе современных дистанционных и геоинформационных технологий</p> <p>Оценка общественно необходимых затрат на обеспечение рационального природопользования в территориальных природно-хозяйственных системах</p>

5.2 Мониторинг состояния окружающей среды, оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- системы мониторинга, оценки и прогнозирования состояния окружающей среды, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, изменений климата, необходимые для последующего внедрения современных технологий снижения уровня негативного воздействия на экономику и здоровье населения.

Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Мониторинг состояния окружающей среды, оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Оценка состояния и динамики ресурсов водных и наземных экосистем, восстановления ресурсного потенциала территорий с высокой антропогенной нагрузкой (почвы, био- и водных ресурсов)		<p>Разработка сценариев затопления прибрежных территорий Российской Федерации в результате экстремальных подъемов уровня воды, прогнозирование воздействия наводнений на земельные, водные и биологические ресурсы</p> <p>Разработка новых эффективных подходов к моделированию опасных геоморфологических процессов на основе представлений о системной организованности морфогенеза</p>
Экологический мониторинг и прогнозирование состояния природной среды в крупных промышленных городах и на особо охраняемых природных территориях береговых зон, акваторий и подземных вод		<p>Создание систем альтернативного питьевого и промышленного водоснабжения</p> <p>Разработка методов оценки и обеспечения экологической безопасности освоения подземного пространства городов и сельских поселений</p>
Технологии инструментального контроля выбросов/сбросов загрязнений в атмосферу, водные объекты, почву		<p>Разработка высокоэффективных технологий детоксикации воздушной и водной сред</p>

(продолжение)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
<p>Технологии получения, передачи и использования информации о состоянии окружающей среды и ее изменениях с использованием наземных, воздушных, космических и других средств</p>		<p>Создание систем мониторинга состояния криосферы, включая модели дистанционного мониторинга ледников</p> <p>Создание систем наблюдений за магнитным полем Земли</p> <p>Космический мониторинг гидрологического состояния и режима рек</p> <p>Формирование библиотеки ретроспективных и текущих данных прямых и спутниковых наблюдений о состоянии окружающей среды и ее компонентов</p> <p>Создание систем мониторинга и прогнозирования движений и деформаций земной коры, вулканической и сейсмической активности</p>
<p>Технологии и системы раннего обнаружения и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера</p>		<p>Формирование исследовательских моделей механизмов возникновения и развития опасных и экстремальных гидрометеорологических процессов в атмосфере и гидросфере</p> <p>Создание систем мониторинга природных и техногенных катастроф и минимизации их последствий для населения, инфраструктуры и окружающей среды на базе инновационных геоинформационных, картографических и аэрокосмических технологий</p> <p>Формирование физико-математических и комплексных моделей для количественной оценки частоты, повторяемости и регионализации опасных гидрометеорологических явлений</p> <p>Разработка технологий оценки рисков различных типов природных катастроф</p> <p>Создание динамических экспертных систем сейсмического районирования</p> <p>Разработка методов оперативного выявления опасных природных и техногенных процессов на базе инновационных геоинформационных, картографических и аэрокосмических технологий</p> <p>Формирование библиотеки данных о повторяемости и интенсивности экстремальных климатических явлений</p> <p>Формирование библиотеки данных об опасных и катастрофических биотических явлениях</p> <p>Формирование библиотеки данных о геокатастрофах природного и техногенного характера различных пространственных уровней</p> <p>Разработка новых подходов к оценке и прогнозированию устойчивости геосистем в условиях экстремальных природных и техногенных факторов</p>
<p>Технологии обеспечения безопасности производственных и энергетических опасных объектов, в том числе химических и нефтехимических производств, горных предприятий, высоконапорных плотин и гидроэлектростанций, атомных станций</p>		<p>Разработка методов геодинамического мониторинга опасных природных и техногенных процессов при добыче глубокозалегающих твердых полезных ископаемых шахтным способом</p> <p>Разработка механико-математических методов прогнозирования состояния сложных природно-технических, промышленных, инженерных, энергетических, транспортно-коммуникационных и гидротехнических систем</p>

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Технологии управления экологическими рисками при освоении морских нефтегазовых месторождений на акваториях, в том числе в покрытых льдом районах		Разработка методов геодинамического мониторинга опасных природных и техногенных процессов при нефтегазодобыче на шельфе
Технологии создания и актуализации кадастров территорий и акваторий с наибольшим уровнем экологического риска		Создание экспертных систем районирования территорий по степени проявления природных опасностей и катастрофических явлений
Технологии и системы предупреждения трансграничного негативного воздействия на окружающую среду		Формирование библиотеки данных о состоянии трансграничных водных объектов, воздушного пространства

5.3 Изучение недр, поиск, разведка и комплексное освоение минеральных и углеводородных ресурсов

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- рациональное использование минерально-сырьевой базы и ее воспроизводство благодаря современным технологиям поиска и разведки минеральных ресурсов, в том числе обеспечение прироста запасов углеводородного сырья, в первую очередь нефти.

Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Изучение недр, поиск, разведка и комплексное освоение минеральных и углеводородных ресурсов»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Поисково-разведочные работы, в том числе в новых районах добычи, удовлетворяющие экономическим и экологическим требованиям, разработка геофизических методов разведки нефти и газа в нетрадиционных геологических условиях, оценка продуктивности нефтеносных пластов, методы поиска зон возможного рудопроявления		<p>Создание рудо- и нефтегазообразующих систем с целью предсказания территорий, наиболее благоприятных для открытия уникальных месторождений нефти, газа, стратегических металлов</p> <p>Формирование исследовательских моделей геодинамической природы важнейших рудных и нефтегазовых провинций с целью выявления общих закономерностей проявления процессов рудо- и нефтегазообразования в структурах Земли</p> <p>Формирование исследовательских моделей образования рудоносных магм и флюидов для разработки технологий поисков продуктивных комплексов изверженных пород</p> <p>Описание процессов системного литолого-геохимического анализа и 4D-моделирование осадочных бассейнов</p>

(продолжение)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка установок, применяющих дистанционные методы разведки на основе лазерных и лидарных технологий</p>
		<p>Исследование процессов навигации положения стволов наклонных, горизонтальных и разветвленных скважин в сложных геолого-технических условиях</p>
		<p>Исследование динамики взрыва и распространения ударных волн в горном массиве</p>
		<p>Разработка геоинформационных систем, аэрогеофизических, космических и литогеохимических технологий оценки закрытых территорий и поисков «слепых» месторождений полезных ископаемых</p>
		<p>Создание установок на основе геофизических технологий выявления резервуаров</p>
		<p>Разработка методов физико-химического анализа форм нахождения и закономерностей распределения полезных компонентов в рудных месторождениях, включая нетрадиционные соединения благородных металлов в новых видах минерального сырья, а также редкоземельных и редких металлов</p>
		<p>Разработка методов оценки ресурсов нефтяных месторождений на основе моделирования процессов в области нафтидогенеза</p>
		<p>Разработка специальных методов анализа электродинамики геологических сред для оценки возможных направлений разведки</p>
		<p>Разработка 3D-моделей осадочных бассейнов, описывающих связи осадконакопления и последующих процессов диагенеза и катагенеза с нефте-, газо- и рудообразующими процессами, структурно-литологические факторы контроля нефтегазонакопления и рудоотложения для прогнозирования осадочных месторождений полезных ископаемых</p>
<p>Методы увеличения нефтеотдачи, включая направленное изменение коллекторских свойств пластов, позволяющее повысить коэффициент извлечения углеводородного сырья, в том числе на истощенных месторождениях и месторождениях низконапорного газа</p>		<p>Исследование пластических, реологических и геодинамических свойств нефтяных пластов при различных динамических, гидравлических и термических воздействиях</p> <p>Разработка физико-химических процессов и закономерностей состояния системы «горная порода – жидкость – нефть и/или газ»</p> <p>Разработка базовых элементов безвзрывных низкоуступных и гидроскважинных геотехнологий, а также биотехнологических методов увеличения нефтеотдачи</p> <p>Создание установок для разрушения горных пород путем резонансного силового воздействия, а также электрическими и радиационными импульсами и полями</p> <p>Создание установок для управления реологическими свойствами кусковой горной массы и тонкодисперсных минеральных продуктов методами вибрационной механики</p>

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка геотехнологий извлечения полезных ископаемых из недр с использованием роботизированных систем</p> <p>Разработка экспериментальных материалов для взрывной отбойки горной массы и управления гранулометрическим составом продуктов взрыва</p>
<p>Утилизация попутного нефтяного газа</p>		<p>Разработка технологий и оборудования для глубокой химической переработки попутного нефтяного газа</p>
<p>Получение и использование нетрадиционных источников сырья, в том числе углеводородного, включая «тяжелые нефти», газогидраты, сланцевый газ и др.</p>		<p>Исследование физико-химических закономерностей процессов извлечения ценных компонентов из продуктов сжигания углей, сланцев, отходов предприятий</p> <p>Разработка технологий гидроразрывного воздействия на сланцевые породы и пласты</p>
<p>Физико-технические и физико-химические технологии переработки высокогазоносных угольных пластов с предотвращением выбросов шахтного метана, в том числе для производства газообразных и жидких синтетических углеводородов</p>		<p>Разработка технологий гидроразрывного воздействия на метаносодержащие сланцевые и угольные пласты</p> <p>Разработка процессов направленного изменения состояния и свойств межзерновых контактов в горных породах</p> <p>Исследование структурных, физико-химических, технологических свойств минералов в процессе комбинированного воздействия на геоматериалы и минеральные суспензии</p>
<p>Технологии эффективной переработки твердых полезных ископаемых, включая энергосберегающую комплексную переработку труднообогатимого природного и техногенного минерального сырья с высокой степенью концентрации минеральных комплексов</p>		<p>Разработка специальных методов анализа механизма межфазных взаимодействий при раскрытии и разделении минеральных комплексов в силовых полях</p> <p>Разработка природно-технических систем комплексного освоения месторождений твердых полезных ископаемых</p> <p>Разработка технологий разрушения горных пород и дезинтеграции минеральных комплексов на основе сложных и комбинированных энергетических воздействий</p> <p>Разработка технологий направленного модифицирования физико-химических и технологических свойств минералов</p> <p>Создание установок для разрушения горных пород путем резонансного силового, а также электроимпульсного и радиационного воздействия с целью сохранения целостного минерального компонента</p> <p>Создание установок для управления реологическими свойствами кусковой горной массы и тонкодисперсных минеральных продуктов методами вибрационной механики</p>

(окончание)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		Создание установок для изменения поверхностных свойств минералов и интенсификации процесса флотации
		Разработка новых классов флотационных реагентов, обеспечивающих повышение качества извлечения частиц благородных металлов из труднообогатимых руд и техногенного сырья сложного вещественного состава на микро- и наноуровне
		Разработка методов анализа нетрадиционных форм соединений благородных металлов в новых видах минерального сырья, а также редкоземельных и редких металлов с целью создания инновационных технологий извлечения тонкодисперсных, микро- и наночастиц
		Формирование геотехнологических и геомеханических моделей безопасного освоения месторождений твердых полезных ископаемых на больших глубинах
		Создание установок для разрушения горных пород путем резонансного силового воздействия, а также электрическими и радиационными импульсами и полями
		Создание установок для управления реологическими свойствами кусковой горной массы и тонкодисперсных минеральных продуктов методами вибрационной механики
		Создание установок на основе новых принципов сепарации руд путем использования электрических и электромагнитных полей широкого диапазона частот
		Разработка экспериментальных материалов для взрывной отбойки горной массы и управления гранулометрическим составом продуктов взрыва
Использование (в промышленных масштабах) отходов добычи и переработки полезных ископаемых		Формирование исследовательских моделей физико-химических закономерностей процессов извлечения ценных компонентов из продуктов сжигания углей, отходов металлургических и горно-обогатительных предприятий

5.4 Изучение и освоение ресурсов Мирового океана, Арктики и Антарктики

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- высокоэффективные безопасные технологии морской разведки и добычи углеводородов в экстремальных природно-климатических условиях, включая способы предупреждения и ликвидации аварийных разливов нефти;
- технологии разведки и добычи твердых полезных ископаемых на прибрежном и глубоководном шельфе Мирового океана.

**Перспективные направления заделных исследований в тематической области
«Изучение и освоение ресурсов Мирового океана, Арктики и Антарктики»**

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
<p>Экологически безопасная морская разведка и добыча различных видов минеральных ресурсов в экстремальных природно-климатических условиях Мирового океана, Арктики и Антарктики</p>		<p>Разработка технологий разведки и освоения месторождений углеводородов и других полезных ископаемых на арктическом шельфе</p> <p>Формирование модели структуры ресурсного потенциала Мирового океана и морей Российской Федерации, включая шельфовые и прибрежные районы Арктики</p> <p>Исследование влияния гидрометеорологических факторов на эффективность разведки и освоения ресурсов полярных областей с учетом изменений климата</p> <p>Разработка механизмов крупномасштабной эмиссии метана на арктическом шельфе Российской Федерации и биогеохимического цикла метана в арктических морях</p> <p>Оценка обеспечения геолого-геофизических разведок, эксплуатации минеральных, углеводородных и биологических ресурсов Мирового океана</p>
<p>Технологии сейсморазведки на акваториях, покрытых льдом</p>		<p>Разработка технологии и оборудования для выявления залежей на основе пассивных сейсмических методов разведки</p>
<p>Технологии обеспечения комплексной безопасности работ на континентальном шельфе Российской Федерации, в Арктике и Антарктике, включая мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера</p>		<p>Формирование моделей возникновения экстремальных опасных и катастрофических явлений в Мировом океане и морях Российской Федерации и создание систем оценки их влияния на морскую деятельность и хозяйственные объекты береговой зоны</p> <p>Оптимизация морского природопользования и комплексного управления морскими и прибрежными экосистемами</p> <p>Гидрометеорологическое и геоинформационное обеспечение морской деятельности, направленное на минимизацию рисков и оптимизацию морских операций</p>
<p>Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти, в первую очередь в ледовых условиях, включая технологии обнаружения нефти подо льдом</p>		<p>Разработка технологии и оборудования для эффективной защиты морской среды от антропогенных загрязнений</p> <p>Оценка процессов загрязнения с судов и создание экспериментальных образцов и прототипов систем морского экологического контроля и надзора акваторий Мирового океана и морей Российской Федерации</p>
<p>Технологии комплексного гидрометеорологического и экологического мониторинга опасных природных явлений, в первую очередь ледовой обстановки в Арктике и Антарктике, а также в других районах Мирового океана</p>		<p>Исследование роли океана в климатических изменениях и формировании климатических аномалий на континентах</p> <p>Разработка системы «океан – атмосфера – морской лед», описывающей динамику ледового покрова, ветрового волнения и течений, в том числе в полярных морях</p> <p>Исследование изменения структуры и динамики вод в Арктике и Антарктике под влиянием естественных и антропогенных факторов в среднесрочной и долгосрочной перспективе</p>

(окончание)

Области задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Формирование моделей климатической изменчивости Мирового океана и морей Российской Федерации с установлением донных буев, использованием экспедиционных наблюдений и космической информации</p> <p>Формирование моделей климатических изменений полярных областей под влиянием естественных и антропогенных факторов в средне- и долгосрочной перспективе</p> <p>Оценка аномалий климатообразующих процессов на поверхности Мирового океана, включая процессы энергообмена на границе океан – атмосфера</p> <p>Оценка природных и антропогенных процессов на приморских территориях и прилегающих акваториях окраинных морей Российской Федерации</p> <p>Оценка динамики миграций и численности млекопитающих и птиц – индикаторов климатических и антропогенных изменений</p> <p>Оценка загрязнения и экологического ущерба в Мировом океане, Арктической зоне Российской Федерации и Южном полярном регионе</p> <p>Разработка технологий гидрометеорологического и навигационно-гидрографического обеспечения морской деятельности</p> <p>Разработка систем мониторинга загрязнения окружающей природной среды и состояния биоразнообразия в Арктической зоне Российской Федерации</p> <p>Создание систем оперативного мониторинга климатических изменений на основе судовых экспедиционных наблюдений и измерений на стационарных и дрейфующих буях</p>
<p>Современные технологии дистанционного зондирования Земли, включая экологический мониторинг, оценку ресурсов и прогнозирование состояния природной среды Арктической зоны Российской Федерации на базе многоцелевой российской космической системы «Арктика», а также автоматизированные системы сбора и обработки информации в труднодоступных районах Арктики и Антарктики</p>		<p>Создание системы дистанционного обеспечения экологического контроля акваторий Мирового океана, Арктики и Антарктики, включая моря Северного Ледовитого океана</p> <p>Создание системы долговременного инструментального мониторинга ключевых климатических изменений циркуляции Мирового океана</p> <p>Создание систем дистанционного мониторинга миграций морских и наземных млекопитающих и птиц Арктической зоны Российской Федерации</p> <p>Разработка методов проведения спутникового мониторинга и анализа сезонной и межгодовой изменчивости сплоченности морских льдов в арктических и внутренних морях Российской Федерации</p>

6 ТРАНСПОРТНЫЕ И КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Транспортные системы уже в ближайшем будущем станут основой для развития доступных, дешевых, безопасных, оперативных и предсказуемых транспортных связей как на региональном, так и на международном уровне. Совершенствование транспортных коммуникаций обеспечит эффект «сжатия пространства», то есть субъективное сокращение расстояний между населенными пунктами и различными территориями для потребителей транспортных услуг. Достижение подобного социально-экономического эффекта тесно связано с проведением целого ряда прикладных исследований по всему транспортному комплексу, включая авиацию и космос. Приоритетные тематические области в рамках рассматриваемого направления приведены на рис. 6.1.

Прежде всего, следует существенно повысить эффективность транспортного планирования путем формирования транспортно-экономического баланса и внедрения современных методов моделирования. Рост доступности и качества услуг, эффективной скорости и устойчивости транспортного сообщения в условиях напряженного движения в настоящее время является серьезным вызовом, ответ на который возможен только на базе нового поколения транспортных технологий. Еще один вызов, связанный с организацией скоростного и высокоскоростного движения, – необходимость повышения уровня мобильности населения, что было отмечено в Послании Президента Российской Федерации Федеральному Собранию Российской Федерации 12 декабря 2012 г. [Послание Президента Федеральному собранию, 2012].

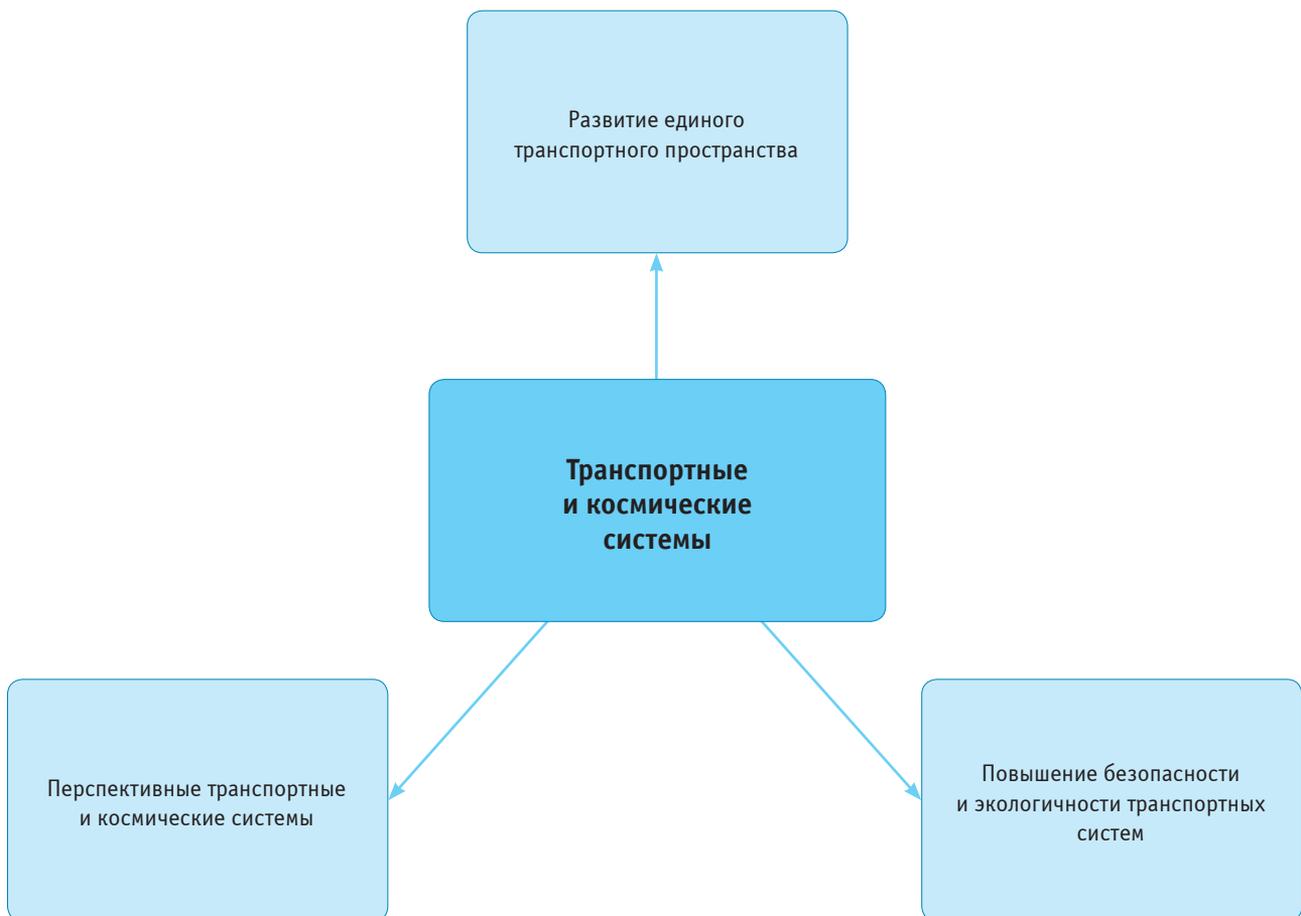
Эффективный, современный транспортный комплекс может стать «локомотивом» российской экономики, способствовать созданию условий для инновационного развития страны, но его формирование требует привлечения значительных финансовых ресурсов, которые не могут быть получены только на базе федерального бюджета. Следовательно, ключевым экономическим вызовом для транспортного сектора становится повышение инвестиционной привлекательности, а это может быть достигнуто за счет снижения затрат, повышения эффективности строительства и содержания объектов инфраструктуры, роста производительности труда.

Вместе с тем, ряд мировых высокотехнологичных рынков до сих пор остаются весьма привлекательными для российских компаний. По экспертным оценкам, среди наиболее быстрорастущих в среднесрочный период – интеллектуальные транспортные системы и новые системы управления; экологичные и энергоэффективные транспортные средства. Особое внимание следует обратить на группу рынков, рост которых может ускориться после 2020 г. К ним, в первую очередь, относятся: мультимодальные транспортно-логистические системы грузовых и пасса-

жирских перевозок; новые материалы и технологии для транспортного строительства; перспективные транспортные средства и системы; космические услуги.

В качестве наиболее конкурентоспособных направлений отечественной прикладной науки в данной сфере эксперты отметили «Создание исследовательских моделей для изучения транспортной ситуации в арктической и субарктической зонах», «Создание воздушно-космических летательных аппаратов для запуска суборбитальных малоразмерных космических спутников» и ряд других областей, связанных с ракетоносителями и космическими аппаратами нового поколения, новыми транспортными средствами и системами на морском и воздушном транспорте. Тем не менее, эти направления далеко не исчерпывают комплекс приоритетов научно-технологического развития, отвечающих перспективам динамики глобальных рынков.

Рис. 6.1 Тематические области направления «Транспортные и космические системы»

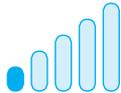


6.1 Развитие единого транспортного пространства

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- система формирования транспортно-экономического баланса Российской Федерации и прогнозирования его изменений, обеспечивающая научно обоснованное планирование развития эффективной транспортной инфраструктуры и создание единого транспортного пространства страны;
- система имитационного моделирования транспортных потоков на сети транспортных коммуникаций, использующая данные транспортно-экономического баланса;
- Единая интегрированная система стратегического управления развитием единого транспортного пространства Российской Федерации на федеральном, межрегиональном и региональном уровнях на основе математических моделей и транспортно-экономического баланса;
- пакет эффективных технологий и их адаптация для применения в транспортном строительстве, при эксплуатации и реконструкции объектов транспортной инфраструктуры страны.

Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Развитие единого транспортного пространства»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
<p>Исследовательские модели элементов транспортно-экономического баланса, конфигурирования транспортных сетей и потоков и интеллектуального управления ими, минимальных социальных транспортных стандартов</p>		<p>Формирование математических моделей транспортно-экономического баланса различных уровней агрегации, описывающих внутрирегиональные, межрегиональные, внешнеторговые и транзитные транспортно-экономические связи, а также математических моделей для оценки транспортной доступности территорий Российской Федерации</p> <p>Формирование эффективных математических моделей прогнозирования направлений и объемов перевозок с учетом макроэкономических показателей, позволяющих оценивать динамику изменения транспортно-экономического баланса Российской Федерации</p> <p>Поиск путей повышения адекватности моделей и точности алгоритмов прогнозирования</p> <p>Разработка новых форм и регламентов статистического наблюдения с целью сбора статистической информации грузовой базы предприятий и основных корреспонденций транспортных потоков</p> <p>Создание систем ведения транспортно-экономического баланса, расчета показателей транспортной доступности территорий, прогнозирования направлений и объемов перевозок</p> <p>Разработка методов моделирования транспортных потоков на основе данных транспортно-экономического баланса в условиях большой размерности задач, методов декомпозиции моделей и использования высокопроизводительных вычислительных систем для моделирования</p> <p>Создание системы взаимосвязанных моделей, обеспечивающих расчет транспортных потоков по выделенным направлениям с учетом модального расщепления, мультимодальной транспортной доступности и размещения транспортных узлов</p>

(продолжение)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка методов интеграции взаимосвязанных моделей в единую модель транспортных потоков</p> <p>Поиск путей повышения достоверности моделей и снижения вычислительной сложности алгоритмов расчетов</p> <p>Разработка системы взаимосвязанных прикладных моделей транспортных систем для пилотных регионов, методик калибровки моделей на основе натурных измерений, обеспечивающих повышение точности моделирования</p> <p>Формирование библиотеки имитационных моделей транспортных систем для анализа и отбора оптимальных вариантов развития транспортной инфраструктуры</p> <p>Разработка методов и принципов интеграции и координации стратегического управления развитием единой транспортной системы на федеральном, межрегиональном и региональном уровнях</p> <p>Разработка научно обоснованных предложений по интегрирующей генеральной схеме сбалансированного развития транспортной сети на региональном, межрегиональном и федеральном уровнях с учетом увеличения пропускной способности и скоростных параметров транспортной инфраструктуры, создания резервов транспортной сети в районах промышленного освоения, схемы комплексного развития транспортных коридоров и узлов, а также транспортно-логистической системы в увязке с размещением таможенной инфраструктуры</p>
<p>Исследовательские модели для изучения транспортной ситуации в арктической и субарктической зонах, а также перспективные технические решения, материалы и технологии строительства и эксплуатации объектов транспортной инфраструктуры в этих зонах</p>		<p>Формирование моделей оценки влияния низких температур на долговечность и надежность транспортных сооружений в северной климатической зоне и условиях вечной мерзлоты</p> <p>Разработка материалов и технологий строительства железных и автомобильных дорог в северной климатической зоне и условиях вечной мерзлоты</p> <p>Разработка методов и математических моделей исследования несущей способности новых конструктивных форм транспортных искусственных сооружений, принципов и моделей эффективного контроля качества объектов транспортной инфраструктуры с применением интеллектуальных систем мониторинга и оценки их состояния</p> <p>Разработка методов оценки влияния низких температур на долговечность и надежность транспортных сооружений</p> <p>Разработка методов и математических моделей исследования несущей способности новых конструктивных форм транспортных искусственных сооружений, принципов и моделей эффективного контроля качества объектов транспортной инфраструктуры с применением интеллектуальных систем мониторинга и оценки их состояния</p> <p>Математическое моделирование формирования покрытия на заснеженных дорогах</p> <p>Разработка и обоснование эффективности конструктивных форм транспортных сооружений с применением новых строительных материалов, несущих элементов строительных конструкций, технологий строительства</p>

(ОКОНЧАНИЕ)

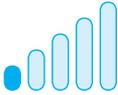
Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка технологий получения быстротвердеющих, долговечных и высокопрочных материалов на основе наноструктурированных комплексных добавок, композитных и геосинтетических материалов для строительства, ремонта автомобильных и железных дорог</p> <p>Создание новых средств и систем интеллектуального освещения автодорог</p> <p>Экспериментальная отработка и оценка экономически эффективных инновационных технологий строительства и реконструкции объектов транспортной инфраструктуры</p> <p>Создание новых технических средств и автоматизированных систем контроля состояния покрытия автомобильных дорог, учета трафика автотранспорта, контроля состояния железнодорожных путей, разработка проекта эффективной системы контроля и управления содержанием объектов транспортной инфраструктуры</p>

6.2 Повышение безопасности и экологичности транспортных систем

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- система мониторинга экологической, технической и технологической безопасности транспортной системы, обеспечивающая формирование интегральных аналитических оценок уровня технологической безопасности и вредного воздействия транспорта на окружающую среду по видам транспорта и транспортных средств в территориальном разрезе;
- единая государственная многоуровневая система обеспечения технической и технологической безопасности на транспорте, осуществляющая поддержку управления действиями федеральных органов исполнительной власти различного уровня и транспортных предприятий различных форм собственности, а также реализации комплекса мер, направленных на снижение вредного воздействия транспорта на окружающую среду.

Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Повышение безопасности и экологичности транспортных систем»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
<p>Перспективные технологии обеспечения существенного снижения вредного воздействия транспорта на окружающую среду</p>		<p>Разработка методов оценки уровня вредного воздействия транспорта на окружающую среду, идентификации источников и прогнозирования последствий воздействия</p> <p>Разработка эффективных процедур мониторинга и статистического анализа воздействия транспорта на окружающую среду, в том числе определение оптимальной дислокации точек сбора экологической информации на транспортной инфраструктуре</p>

(окончание)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
<p>Перспективные технологии обеспечения безопасного движения (судоходства, полетов) в сложных и неблагоприятных условиях</p>		<p>Разработка методов оценки отдельных параметров и интегрального уровня технологической безопасности по видам транспорта и транспортных средств в территориальном разрезе на основе методов теории надежности</p> <p>Разработка эффективных процедур надзора и контроля параметров технологической безопасности по видам транспорта и транспортных средств в территориальном разрезе</p> <p>Исследование методов обеспечения безопасности транспортных процессов, предотвращения несанкционированного доступа к объектам транспорта и транспортной инфраструктуры</p> <p>Разработка и внедрение методов обеспечения безопасности с использованием современных информационных технологий, систем управления и связи, достижений медицины катастроф, физиологии и психологии человека</p> <p>Разработка специализированных тренажеров и методик обучения для персонала транспортных и космических систем</p> <p>Разработка эффективных методов планирования процедур технического обслуживания и ремонта объектов транспорта и транспортной инфраструктуры с целью обеспечения заданного уровня их технической и технологической безопасности</p>

6.3 Перспективные транспортные и космические системы

Ожидаемые результаты заделных исследований:

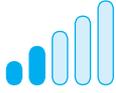
- интеллектуальные, а также высокоскоростные транспортные системы, космические, авиационные и суборбитальные системы.

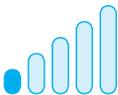
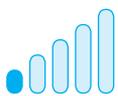
Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Перспективные транспортные и космические системы»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
<p>Перспективные транспортные средства</p>		<p>Разработка технологии производства автомобилей с комбинированными энергоустановками, в том числе с использованием комплексных систем моделирования и испытаний</p> <p>Совершенствование двигателя и подвижного состава высокоскоростного транспорта, работающего на принципе магнитной левитации, в основе которой лежит эффект сверхпроводимости, путем использования наноматериалов с высокой электропроводимостью</p> <p>Разработка технологий автономного управления левитируемыми транспортными средствами для обеспечения высокой скорости движения</p> <p>Создание высокоскоростных транспортных средств на основе новых физических принципов (магнитной левитации, беспроводной передачи энергии, аэродинамического экрана, сверхъемких накопителей энергии, сверхпроводимости и т. д.)</p>

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка технологий высокоточного управления с использованием системы ГЛОНАСС для транспортных средств со скоростями движения свыше 300 км/ч</p> <p>Разработка принципов мониторинга состояния транспортной техники и управления критически важными объектами в режиме реального времени с использованием методов искусственного интеллекта</p> <p>Разработка технологий изготовления крупногабаритных прессованных и штампованных полуфабрикатов из высокопрочных, коррозионно-стойких алюминиевых сплавов</p> <p>Разработка систем, обеспечивающих технологическую подготовку производства сложных технических изделий в едином информационном пространстве</p> <p>Разработка технологий естественной/гибридной ламинаризации, звукопоглощающих конструкций нового поколения, новых автоматических систем управления с однозвенным экипажем, технологий неразрушающего контроля планера и систем летального аппарата</p> <p>Совершенствование бортовых двигательных и энергетических установок и систем аккумулирования энергии космических аппаратов, в том числе для обеспечения непрерывной работы кластера космических аппаратов</p> <p>Разработка технологий создания двигателей для транспортных средств и систем: гибридных силовых установок; линейного тягового электропривода; двигателей на сжатом природном газе, сжиженном нефтяном газе, криогенном топливе и др.</p>
<p>Кластеры малоразмерных космических аппаратов (микро-, нано- и пикоспутников) для дистанционного зондирования Земли, развертывание широкополосных телекоммуникационных систем и управление движением транспортных средств</p>		<p>Разработка технологий наземной отработки малых и сверхмалых космических аппаратов, обеспечивающих снижение временных и финансовых затрат</p> <p>Разработка специализированных энергоустановок на базе солнечных элементов для малых и сверхмалых космических аппаратов</p> <p>Разработка схем управления работой сверхмалых аппаратов на базе технологии «система на кристалле»</p> <p>Разработка ключевых технологий создания и совершенствования конструкций малых и сверхмалых космических аппаратов (микро-, нано-, пикоспутников) на базе перспективных телекоммуникационных технологий и наноэлектронной компонентной базы</p> <p>Применение композиционных материалов для создания основных конструктивных элементов малоразмерного аппарата, создание методологии проектирования платформ малых и сверхмалых космических аппаратов, разработка принципов их групповой работы (кластерный запуск)</p>
<p>Воздушно-космические летательные аппараты для запуска суборбитальных малоразмерных космических спутников</p>		<p>Разработка технологий производства элементов конструкции ракетносителей и разгонных блоков (баки, баллоны, фермы, рамы, корпуса, обтекатели, элементы тепловой защиты), в том числе из композиционных наноматериалов</p> <p>Разработка технологии создания двигателей воздушно-космических летательных аппаратов</p> <p>Разработка камер сгорания, проточных трактов, воздухозаборников, двигателей летательных аппаратов из новых конструкционных и композиционных материалов</p>

(продолжение)

Области задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Системы беспроводной передачи энергии на транспортные и космические средства		<p>Исследование методов передачи энергии на высокоскоростной подвижной состав, включая электромобили</p> <p>Исследование новых типов источников питания и аккумуляции энергии на основе новых материалов, включая наноматериалы</p>
Системы высокоточной автономной посадки летательных и спускаемых аппаратов, навигации и маневрирования наземных и водных транспортных средств		<p>Создание интеллектуальных систем управления транспортными средствами и использованием воздушного пространства, а также организации и безопасности полетов на предельно малых и малых высотах, ориентированных на массовое применение транспортных средств</p> <p>Обеспечение управления движением высокоскоростных транспортных средств с использованием системы ГЛОНАСС, а также наземных систем позиционирования, обеспечивающих высокую точность определения местоположения</p> <p>Создание систем прецизионного позиционирования для приложений комбинированной и виртуальной реальности</p> <p>Расширение использования системы позиционирования ГЛОНАСС для новых технологий обеспечения оперативного автоматизированного контроля движения транспорта и оперативного управления им</p> <p>Создание системы управления движением отделяемых частей ракет-носителей, планирующих крылатых летательных аппаратов, обеспечивающих их высокоточное наведение, с использованием элементов искусственного интеллекта</p> <p>Создание универсальных интегрированных навигационных систем на основе микромеханических чувствительных элементов и аппаратуры спутниковой навигации</p> <p>Исследования в области управления обтеканием и шумом летального аппарата, альтернативных видов топлива, полной автоматизации полета в системе управления воздушным движением с четырехмерной навигацией, интеллектуальных материалов и конструкций</p>
Сверхдлинные гибкие элементы для создания статических и динамических космических тросовых систем большой протяженности и космического лифта		<p>Разработка ключевых технологий создания и совершенствования конструкций из перспективных неметаллических композиционных материалов</p> <p>Разработка конструкционных и композиционных материалов и покрытий, устойчивых к различным климатическим и температурным условиям</p> <p>Разработка новых технологий и современного автоматизированного оборудования для производства углеродных волокон с повышенными характеристиками, в том числе высокопрочных и высокомодульных, обеспечивающих создание и серийное производство углеродных композиционных материалов и изделий из них</p>
Перспективные материалы для экстремальных условий космического полета, высокоскоростного перемещения в наземной и водной средах		<p>Разработка и исследование новых конструкционных и композиционных материалов для транспортных систем на основе нанотехнологий, органического и неорганического синтеза, металлургии и термической обработки</p> <p>Разработка перспективных технологий изготовления конструкций из новых материалов и покрытий, а также методики проведения испытаний и применения материалов и покрытий</p> <p>Создание новых элементов пути для обеспечения высокоскоростного движения</p>

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка технологии комплексных испытаний новых материалов и покрытий с определением их функциональных свойств при воспроизведении объектовых уровней теплосиловых и теплоэрозионных нагрузок</p> <p>Разработка методик комплексного внедрения перспективных конструкционных и композиционных материалов в базовые конструктивные элементы, обеспечивающих повышение энергомассовых характеристик и экономических показателей транспортной техники</p> <p>Исследование возможности применения новых видов топлива, функциональных узлов и элементов, полученных с использованием нанотехнологий</p>
<p>Процессы, характерные для эксплуатации перспективных транспортных и космических средств</p>		<p>Поисковые исследования в области аэрогидродинамики, динамики полета, аэроакустики, прочности, альтернативных источников энергии</p> <p>Разработка технологий ухода за эксплуатируемыми композиционными материалами</p> <p>Создание высокоэффективных малогабаритных судовых энергетических установок, электроэнергетических и общесудовых систем, основанных на новых принципах генерации, хранения и преобразования энергии, высокоэффективных средств и систем обеспечения эксплуатационной безопасности и живучести кораблей и судов, в том числе судового радиоэлектронного оборудования нового поколения, на основе нанотехнологий</p> <p>Создание высокоавтоматизированных интеллектуальных адаптируемых систем проектирования и промышленного производства на всех этапах технологического цикла изготовления кораблей, судов и других компонентов водных транспортных систем</p> <p>Определение оптимальной структуры и набора средств в составе распределенной системы для непрерывного контроля и управления космической группировкой в режиме реального времени</p>
<p>Виртуальное проектирование, моделирование и оптимизация перспективных транспортных систем и их элементов с применением суперкомпьютерных средств экзафлопсного уровня и грид-технологий</p>		<p>Разработка технологий моделирования конструкций и узлов космических аппаратов, в том числе сверхмалых</p> <p>Создание моделей транспортных средств индивидуального пользования пассажирского назначения, совмещающих функции летательного аппарата с вертикальным взлетом и городского смарт-кара</p> <p>Разработка методов проектирования с использованием высокоточного математического моделирования</p> <p>Разработка способов неразрушающего контроля материалов и элементов машиностроительных конструкций на основе сочетания методов компьютерного моделирования тепловых процессов и задач механики деформируемого твердого тела с учетом нелинейных и нестационарных тепловых воздействий и кинетики структурообразования и новейших достижений в области получения информации о структурном и напряженно-деформированном состоянии объекта неразрушающими методами</p> <p>Создание интеллектуальных систем мониторинга, оценки ресурсов и прогнозирования состояния элементов конструкций в процессе эксплуатации и оснащение ими транспортных средств нового поколения</p>

7 ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

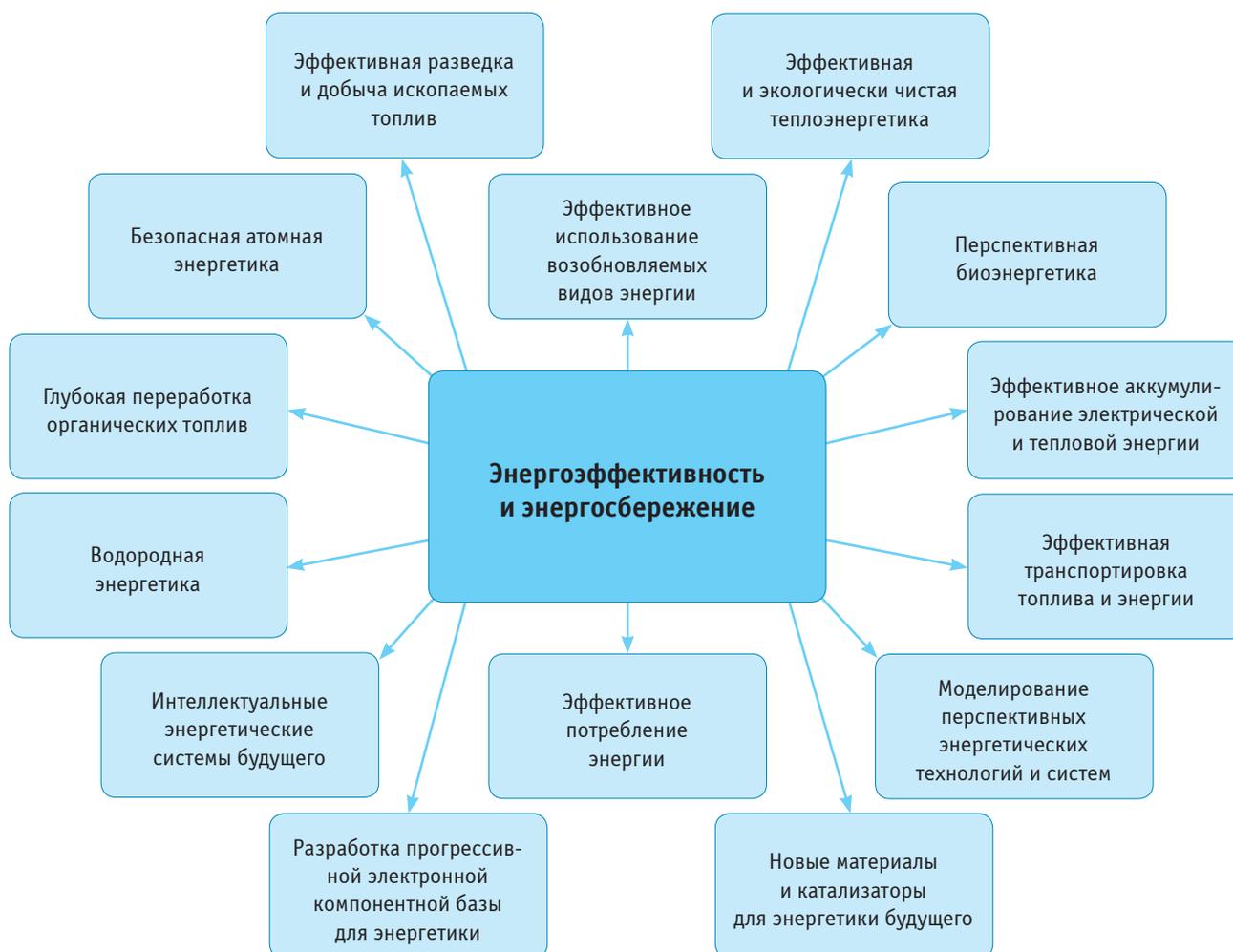
Состояние энергетической отрасли в значительной степени определяет конкурентоспособность экономики, уровень развития общества и качество окружающей среды. В России необходимость обеспечения долгосрочного устойчивого и эффективного развития энергетики обусловлена ее ведущей ролью в экспорте и наполнении доходной части бюджета. Отрасль характеризуется большой инерционностью, длительным инвестиционным циклом, крупными финансовыми и временными затратами на разработку новых технологий, междисциплинарным характером научных исследований. К тому же, здесь практически всегда существуют несколько возможных направлений научно-технологического развития, и неверный либо неоптимальный выбор чреват крупными экономическими потерями и усилением отставания от передовых стран. В связи с этим особую важность приобретает выявление долгосрочных тенденций мировой энергетики и формирование соответствующих научно-технологических заделов (рис 7.1).

В области получения ископаемых топлив наиболее актуальны исследования, связанные с созданием роботизированных комплексов для подводной добычи углеводородов и подземной добычи угля с длительным ресурсом работы в автоматическом режиме и дистанционным управлением; разработкой технологий экономически эффективной добычи углеводородного сырья из нетрадиционных месторождений (включая газовые гидраты, нефтяные пески, высоковязкие нефти, сланцевый газ, газ угольных пластов) и при аномальных условиях (плотные формации, аномально высокие давления, сверхглубокие горизонты, большие глубины, низкая объемная плотность ресурсов и др.). Активно развиваются технологии глубокой переработки некондиционных ресурсов природных газов и низкокачественных углей в конкурентоспособные моторные топлива и химические продукты.

Один из заметных трендов в теплоэнергетике – разработка материалов и технологий для создания высокоманевренных газотурбинных установок большой мощности с предельным КПД и минимальными выбросами вредных веществ, которые в перспективе составят основу крупной энергетики. Продолжаются интенсивные исследования безопасных быстрых ядерных реакторов и безопасного замкнутого ядерного цикла – важного элемента централизованного электроснабжения. Развитие энергетики малых мощностей связано с созданием низкотемпературных топливных элементов предельно высокой эффективности с длительным ресурсом работы, не предъявляющих специальных требований к качеству топлива и характеризующихся низкой стоимостью приобретения и владения.

Что касается возобновляемой энергетики, то здесь научные исследования ведутся чрезвычайно широким фронтом: это и проектирование дешевых фотопреобразователей с предельно высоким КПД и длительным ресурсом работы,

Рис. 7.1 Тематические области направления «Энергоэффективность и энергосбережение»



использующих полный спектр солнечного излучения; и разработка технологий для морской ветроэнергетики больших мощностей, обеспечивающих надежное функционирование установок на больших глубинах и вдали от берега; и создание высокоэффективных методов получения водорода путем фотохимического и электролитического разложения воды. В области распределенной электрогенерации на базе возобновляемых источников энергии решающее значение приобретают технологии аккумулирования электроэнергии большой емкости и мощности с невысокой стоимостью. Серьезное место принадлежит биоэнергетике, претендующей на роль нового сегмента отрасли, а priori дружественного к окружающей среде и климату.

Создание энергосберегающих технологий и оборудования остается в числе базовых тенденций развития энергетики. Новый импульс решению проблемы энергосбережения должны придать исследования и разработки, направленные на создание интеллектуальных локальных электроэнергетических систем с автоматическим управлением электропотреблением, работающих в режиме реального времени на основе интеграции электрических и информационных сетей.

Рассмотренные направления развития прикладных исследований будут способствовать радикальной трансформации традиционных рынков и создадут

возможности для зарождения новых. Среди перспективных и привлекательных для России сегментов эксперты отметили: аккумулирование электроэнергии, тепла и холода; рынки нетрадиционной нефти; сферу продаж оборудования для возобновляемой энергетики, топливных элементов, биоэнергетических технологий.

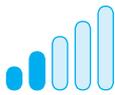
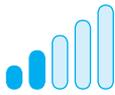
Экспертные оценки уровня исследований, осуществляемых в России по направлению «Энергоэффективность и энергосбережение», варьируются достаточно сильно: от «белых пятен» по таким областям, как «Газификация твердых топлив нового поколения» и «Технологии и средства дистанционного управления энергетическим оборудованием», до признания существенных заделов, сопоставимых с мировым уровнем (в частности, в сфере безопасных ядерных реакторов на быстрых нейтронах и технологий добычи некоторых видов нетрадиционных ресурсов углеводородного сырья).

7.1 Эффективная разведка и добыча ископаемых топлив

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- перспективные экологически безопасные технологии разведки и добычи ископаемых топлив, обеспечивающие высокий коэффициент извлечения ресурсов.

Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Эффективная разведка и добыча ископаемых топлив»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Перспективные технологии сейсморазведки		Разработка технологий разведки месторождений углеводородов в формате 4D с высоким разрешением и визуализацией результатов
		Разработка технологий разведки морских месторождений углеводородов в формате 3D/4D с применением подводных автономных самонаводящихся аппаратов и GPS/ГЛОНАСС навигации, в том числе для полярных условий
		Создание датчиков и многоканальных приемных устройств для подводной разведки месторождений углеводородов
		Разработка программного обеспечения для сбора и анализа больших массивов информации геологоразведки с использованием суперкомпьютеров
Перспективные технологии добычи нефти и газа		Разработка концепции интеллектуального месторождения углеводородов и необходимых технических средств для ее реализации
		Создание подводных роботизированных добычных комплексов с длительным ресурсом работы в автоматическом режиме и дистанционным управлением
		Создание технических средств для непрерывного мониторинга состояния коллекторов нефтегазовых месторождений с высокой степенью разрешения и компьютерной обработки получаемой информации с 4D визуализацией получаемых результатов
		Разработка технологий для создания ледостойких и сейсмически устойчивых платформ для добычи углеводородов в арктических условиях

(ОКОНЧАНИЕ)

Области задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка технологий бурения скважин, вторичного вскрытия продуктивных пластов, в том числе низкой проницаемости, новых типов буровых растворов, включая полимерные</p> <p>Разработка новых вторичных и третичных методов интенсификации извлечения углеводородного сырья, в том числе высокой вязкости</p> <p>Разработка технологий добычи углеводородного сырья из нетрадиционных месторождений (газовые гидраты, нефтяные пески, высоковязкие нефти, сланцевый газ, газ угольных пластов и др.) и для аномальных условий (плотные формации, аномально высокие давления, сверхглубокие горизонты, большие глубины, низкая объемная плотность ресурсов и др.)</p>
Перспективные технологии добычи угля		<p>Разработка новых технологий геологоразведки угольных месторождений, методов математического моделирования геофизического состояния горных выработок и нового программного обеспечения</p> <p>Разработка роботизированных технологий подземной добычи угля с высокой селективностью</p> <p>Разработка скважинных технологий извлечения угля, включая подземную газификацию и гидродобычу</p> <p>Разработка эффективных технологий дегазации угольных пластов с получением угольного метана</p> <p>Разработка приборного парка для обеспечения эффективного и безопасного ведения горных работ, включая шахтные георадары, приборы непрерывного химического мониторинга атмосферы шахтных выработок и др.</p>

7.2 Эффективная и экологически чистая теплоэнергетика

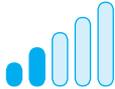
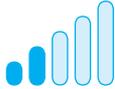
Ожидаемые результаты задельных исследований:

- новое поколение теплоэнергетических установок на органических топливах, дружественных к окружающей среде и климату, со значениями КПД, близкими к предельным, и высокими эксплуатационными характеристиками.

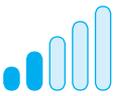
Перспективные направления задельных исследований в тематической области «Эффективная и экологически чистая теплоэнергетика»

Области задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Перспективные теплоэнергетические установки на природном газе с высокими эксплуатационными свойствами		Выбор оптимальных тепловых схем и параметров теплоэнергетических установок на природном газе со сложными термодинамическими циклами и высокими начальными параметрами рабочего тела

(продолжение)

Области задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка газотурбинных установок большой мощности с высокими маневренными свойствами и минимальным уровнем образования вредных веществ</p> <p>Разработка решений в области газовых турбин средней и малой мощности, в том числе высокооборотных, для использования в составе когенерационных установок</p> <p>Создание эффективных систем автоматического управления процессами и мощностью сложных теплоэнергетических установок на природном газе</p>
<p>Высокоэффективные теплоэнергетические установки на твердом топливе, безопасные для окружающей среды и климата</p>		<p>Разработка перспективных паротурбинных установок с ультравысокими параметрами пара (720–750 °С, 35 МПа) на твердом топливе</p> <p>Разработка парогазовых установок с внутрицикловой газификацией твердого топлива</p> <p>Разработка новых высокоэффективных и надежных технологий газификации твердого топлива</p> <p>Разработка гибридных энергоустановок, интегрирующих топливные элементы на продуктах газификации твердого топлива с газовым и паровым циклами</p> <p>Создание эффективных систем автоматического управления процессами и мощностью теплоэнергетических установок на твердом топливе, включая алгоритмы и методы диагностирования состояния и ресурса оборудования, водно-химического режима и технико-экономических показателей</p>
<p>Перспективные теплоэнергетические установки с низкотемпературным циклом</p>		<p>Разработка новых типов теплоэнергетических установок с низкотемпературным циклом, оптимизация их технологических схем и параметров</p> <p>Выбор перспективных рабочих тел для теплоэнергетических установок с низкотемпературным циклом Ренкина, обоснование оптимальных технических решений по основному оборудованию</p>
<p>Новые типы электрогенерирующих установок на основе поршневых технологий</p>		<p>Разработка новых типов двигателей внешнего сгорания для производства электроэнергии на основе низкокачественных топлив</p> <p>Разработка новых типов двигателей внутреннего сгорания для стационарных когенерационных установок, в том числе на продуктах газификации твердого топлива</p> <p>Разработка новых типов паровых двигателей для когенерационных установок</p>
<p>Новые технологии прямого преобразования химической энергии органических топлив в электрическую с высоким КПД и длительным ресурсом работы</p>		<p>Разработка новых типов низкотемпературных топливных элементов высокой эффективности с минимальными требованиями к качеству топлива</p> <p>Разработка новых типов высокотемпературных топливных элементов с предельной эффективностью</p> <p>Разработка новых типов топливных элементов с прямым окислением органических топлив</p>
<p>Новые технологии экологически чистого сжигания органических топлив и горючих отходов</p>		<p>Разработка новых технологий сжигания органических топлив с минимальным образованием вредных веществ</p>

(ОКОНЧАНИЕ)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка экологически безопасных технологий сжигания горючих отходов, включая бытовые, в том числе по многоступенчатой схеме с предварительной газификацией, в частности плазменной</p> <p>Исследование процессов каталитического окисления органических топлив в различном агрегатном состоянии</p> <p>Разработка научно-технических предложений по созданию технологий окисления органических топлив в химических циклах</p>
<p>Высокоэффективные технологии разделения и очистки газовых смесей и жидкостей для перспективных энергетических и энерготехнологических установок</p>		<p>Разработка высокоэффективных технологий очистки дымовых газов от оксидов серы, оксидов азота и твердых частиц</p> <p>Разработка эффективных технологий выделения CO₂ из дымовых газов и генераторного газа</p> <p>Разработка технологий комплексной очистки дымовых газов установок по сжиганию горючих отходов от вредных веществ, включая тяжелые металлы, полиароматические углеводороды и др.</p> <p>Разработка эффективных технологий разделения воздуха для применения в перспективных энергоустановках</p> <p>Разработка новых технологий очистки воды и стоков для применения в перспективных энергоустановках</p>

7.3 Безопасная атомная энергетика

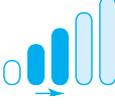
Ожидаемые результаты заделных исследований:

- безопасные атомные энергетические установки и эффективный топливный цикл.

Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Безопасная атомная энергетика»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
<p>Водо-водяные энергетические реакторы большой мощности четвертого поколения</p>		<p>Разработка технологии и оборудования для водо-водяных энергетических реакторов четвертого поколения повышенной безопасности и эффективности, способных функционировать в маневренном режиме</p> <p>Исследования, направленные на повышение КПД атомных энергоблоков за счет увеличения средней температуры цикла, оптимизации тепловой схемы АЭС, а также совершенствования основного и вспомогательного оборудования</p> <p>Исследования, направленные на повышение экономической эффективности АЭС за счет повышения надежности оборудования, увеличения длительности топливной кампании, снижения капиталовложений в строительство АЭС и сокращения эксплуатационных затрат</p>

(окончание)

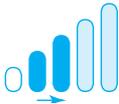
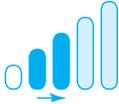
Области задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Быстрые реакторы повышенной безопасности		Разработка технологии и оборудования для быстрых ядерных реакторов различного типа повышенной безопасности Формирование математических моделей быстрых ядерных реакторов и энергоустановок на их основе Оценка долгосрочных перспектив, масштабов и экономической эффективности применения быстрых ядерных реакторов Создание оптимальной структуры топливообеспечения ядерной энергетики с реакторами на быстрых нейтронах Исследования, направленные на минимизацию угрозы распространения делящихся материалов
Высокотемпературные ядерные реакторы и сопутствующая инфраструктура их применения		Разработка технологии и оборудования для высокотемпературных ядерных реакторов различного типа повышенной безопасности Создание на базе высокотемпературных ядерных реакторов крупномасштабных энерготехнологических комплексов различного назначения Оценка экономической эффективности применения высокотемпературных реакторов и определение наиболее эффективных областей их использования
Безопасные и экономически эффективные ядерные реакторы малой и средней мощности		Разработка технологии и оборудования для безопасных и экономически эффективных ядерных реакторов малой и средней мощности и атомных электростанций на их основе, включая плавучие АЭС Исследования, направленные на определение оптимальных областей и экономической эффективности применения ядерных реакторов малой и средней мощности
Новые технологии замыкания ядерного топливного цикла		Разработка новых технологий производства ядерного топлива (МОХ-топливо, плотное топливо, керметное топливо, микротопливо и др.) Разработка новых технологий переработки ядерных отходов («сухой» переработки, фракционирования и др.), совершенствование технологии «мокрой» переработки Оптимизация технологической структуры замкнутого ядерного топливного цикла повышенной безопасности и эффективности
Оптимизация структуры ядерной энергетики страны		Определение оптимальной структуры ядерной энергетики страны, обеспечивающей ядерную, радиационную безопасность и гарантии нераспространения во всех звеньях гражданского атомного комплекса и на всех этапах жизненного цикла ядерных установок – от добычи урана до изоляции радиоактивных отходов Формирование оптимизационных моделей ядерно-энергетического комплекса страны и соответствующих математических методов
Технологические основы управляемого термоядерного синтеза для энергетики		Разработка технологии надежного ведения управляемого термоядерного синтеза в реакторе промышленного масштаба Разработка оборудования промышленного термоядерного реактора Оптимизация технологической схемы и параметров промышленной термоядерной электростанции

7.4 Эффективное использование возобновляемых видов энергии

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- перспективные технологии использования возобновляемых видов энергии и создание в стране новой отрасли энергетики.

Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Эффективное использование возобновляемых видов энергии»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Перспективные преобразователи солнечной энергии в электрическую		<p>Разработка фотопреобразователей с высоким КПД и длительным ресурсом работы; использование полного спектра солнечного излучения</p> <p>Создание теплоэнергетических установок на базе прямого солнечного излучения, выбор перспективных рабочих тел, оптимизация тепловой схемы и параметров солнечной электростанции</p> <p>Создание систем концентрирования солнечной энергии</p>
Перспективные солнечные коллекторы		<p>Создание солнечных коллекторов с жидким теплоносителем, выбор перспективных теплоносителей</p> <p>Создание солнечных коллекторов с газообразным теплоносителем и систем теплоснабжения на их основе</p>
Перспективные преобразователи энергии ветра в электрическую		<p>Разработка ветродвигателей</p> <p>Разработка технологий для морской ветроэнергетики, обеспечивающих длительную и надежную работу установок на больших глубинах и вдали от берега</p> <p>Создание систем оптимального автоматического управления режимами работы ветряных электростанций</p> <p>Исследования, направленные на повышение корректности оценок ветропотенциала и прогнозирования параметров ветра</p>
Новые технологии для гидроэнергетики		<p>Разработка высокоэффективных технологий преобразования механической энергии водного потока в электрическую</p> <p>Разработка новых технологий мониторинга состояния генерирующего оборудования гидроэлектростанций и гидротехнических сооружений</p>
Новые технологии преобразования механической энергии морской среды в электрическую		<p>Разработка технологий преобразования энергии приливов в электрическую с минимальным воздействием на окружающую среду</p> <p>Разработка технологий преобразования энергии волн в электрическую</p>
Перспективные технологии использования низкопотенциального тепла природных сред		<p>Разработка бинарных технологий использования геотермальной энергии, поиск высокоэффективных низкокипящих рабочих тел, оптимизация тепловых схем и параметров бинарных установок, минимизация отрицательного воздействия на окружающую среду</p>

(окончание)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка эффективных технологий отбора тепла от сухих горных пород с больших глубин и транспортировки его на поверхность с минимальными потерями и низким гидравлическим сопротивлением</p> <p>Разработка новых экономически эффективных технологий бурения горных пород на большие глубины и увеличения их проницаемости для теплоносителя</p> <p>Создание тепловых насосов различного назначения с использованием новых рабочих тел, термодинамических циклов, технических принципов и схем</p>

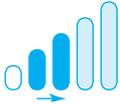
7.5 Перспективная биоэнергетика

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- перспективные технологии производства и эффективного использования энергетической биомассы, прямого получения моторных топлив из CO₂ и создание в стране новой отрасли энергетики.

Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Перспективная биоэнергетика»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Перспективные технологии производства энергетической биомассы		<p>Разработка новых технологий выращивания агрокультур с высоким выходом биомассы и мягкими требованиями к необходимым ресурсам (качеству почв, количеству потребляемой воды и удобрений)</p> <p>Разработка новых технологий выращивания аквакультур с высоким выходом биомассы; создание высокоэффективных микроорганизмов</p> <p>Разработка технологий утилизации CO₂ электростанций с производством биомассы</p> <p>Разработка технологий производства биомассы на основе искусственного фотосинтеза</p>
Перспективные технологии переработки энергетической биомассы		<p>Разработка эффективных технологий биохимического производства биогаза из растительного сырья различного происхождения с использованием достижений биоинженерии, включая создание высокоэффективных микроорганизмов</p> <p>Разработка новых технологий производства жидких моторных топлив, включая авиакеросин, и их компонентов из растительного сырья</p> <p>Разработка новых технологий переработки биомассы с производством химических продуктов с высокой добавленной стоимостью (биопластиков и др.)</p> <p>Разработка новых технологий переработки биомассы в высококачественные твердые топлива</p>

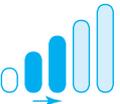
Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Перспективные технологии энергетического использования биомассы		<p>Разработка технологий сжигания биомассы и энергетических установок на их основе</p> <p>Разработка экологически безопасных технологий газификации биомассы и электрогенерирующих установок на их основе</p>
Новые биотехнологии получения моторных топлив из CO ₂ без использования процесса фотосинтеза		<p>Разработка новых биохимических методов производства высококачественных моторных топлив из CO₂ без использования процесса фотосинтеза</p> <p>Создание новых видов генномодифицированных микроорганизмов, безопасных для окружающей среды, эффективно продуцирующих компоненты моторных топлив путем фиксации CO₂ из газовой смеси при внешнем подводе энергии</p>

7.6 Глубокая переработка органических топлив

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- определение наиболее рациональных путей повышения эффективности использования добываемых в стране ископаемых органических топлив;
- создание соответствующего научно-технического задела для разработки передовых технологий, призванных обеспечить существенное увеличение добавленной стоимости в топливных отраслях экономики и экспортного потенциала страны.

Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Глубокая переработка органических топлив»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Новые технологии глубокой переработки нефти и газового конденсата		<p>Разработка новых технологий, обеспечивающих достижение предельных значений глубины переработки углеводородного сырья при высоком качестве получаемых продуктов</p> <p>Оптимизация технологических схем и параметров нефтехимических производств для достижения максимальной энергетической эффективности и минимального негативного воздействия на окружающую среду</p>
Эффективные технологии использования нефтяного попутного газа		Создание перспективного оборудования для переработки попутного газа, характеризующегося надежностью, компактностью, а также высоким уровнем автоматизации, для использования в отдаленных районах с суровыми климатическими условиями
Новые технологий глубокой переработки природного газа с производством жидких моторных топлив и широкого спектра химической продукции		<p>Исследования, направленные на повышение комплексности использования ресурсов природного газа и глубины их трансформации</p> <p>Разработка новых технологий производства высококачественных моторных топлив из природного газа</p> <p>Разработка новых технологий производства химических продуктов (полимеров и т. д.) из природного газа</p>

(окончание)

Перспективные технологии глубокой переработки твердых топлив с комплексным использованием минеральной части



Разработка новых технологий газификации твердых топлив с производством синтез-газа, выбор оптимальных параметров и конструкций основного оборудования

Разработка новых технологий гидрогенизации и пиролиза твердых топлив, выбор оптимальных параметров и конструкций основного оборудования

Разработка технологий производства широкого спектра продуктов из синтез-газа, выбор оптимальных параметров и конструкций основного оборудования

Разработка оптимальных технологических схем энерготехнологических установок на основе глубокой переработки твердых топлив с производством высококачественных топлив, электроэнергии и химических продуктов

Исследования, направленные на повышение комплексности использования потенциала твердых топлив за счет извлечения из минеральной части ценных компонентов и утилизации золы

Формирование математических моделей для оптимизации технологических схем и параметров перспективных технологий переработки твердых топлив

Исследование долгосрочных перспектив крупномасштабной переработки твердых органических топлив и оценка ее влияния на энергетические рынки

7.7 Эффективное аккумулирование электрической и тепловой энергии

Ожидаемые результаты задельных исследований:

- перспективные технологии аккумулирования электрической и тепловой энергии для использования в электроэнергетической и теплоснабжающей системах (для «сетевых» нужд), а также индивидуальными потребителями.

Перспективные направления задельных исследований в тематической области «Эффективное аккумулирование электрической и тепловой энергии»

Области задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Перспективные системы накопления электрической энергии большой мощности и емкости, включая сезонные и суточные накопители		<p>Создание электрохимических аккумуляторов большой емкости и мощности, повышенной безопасности, с большим количеством циклов «заряд/разряд» и малыми потерями энергии во время хранения</p> <p>Создание высокоэффективных суперконденсаторов</p> <p>Создание механических (кинетических) накопителей электроэнергии</p> <p>Разработка эффективных технологий аккумулирования электроэнергии на базе воздухоаккумулирующих установок, в том числе с использованием адиабатных компрессоров</p> <p>Создание сверхпроводящих индуктивных накопителей электроэнергии</p>

(ОКОНЧАНИЕ)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		Разработка эффективных способов аккумулирования электроэнергии на основе криогенных технологий
Технологии аккумулирования тепловой энергии, включая сезонные и суточные накопители		Создание жидкостных систем аккумулирования тепловой энергии
		Создание твердотельных аккумуляторов тепловой энергии
		Создание систем аккумулирования тепловой энергии на основе фазовых переходов

7.8 Водородная энергетика

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- перспективные технологии производства, хранения и использования водорода, обеспечивающие крупномасштабный переход к водородной энергетике.

Перспективные направления заделных исследований тематической области «Водородная энергетика»

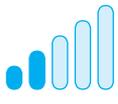
Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Перспективные технологии крупномасштабного производства водорода		Разработка новых технологий электролиза воды
		Разработка новых технологий термохимического разложения воды, в том числе с использованием тепла высокотемпературных ядерных реакторов
		Разработка новых высокоэффективных технологий крупномасштабного получения водорода на основе органических топлив
		Разработка новых технологий эффективного преобразования органических топлив в водород в составе энергоустановок с топливными элементами
		Разработка технологий получения водорода путем фотохимического разложения воды
Новые технологии безопасного и эффективного хранения водорода		Разработка новых технологий безопасного хранения газообразного водорода под высоким давлением
		Разработка новых криогенных технологий хранения водорода в жидком состоянии
		Разработка новых технологий хранения водорода в связанном состоянии
Перспективные технологии эффективного использования водорода		Создание новых типов стационарных энергоустановок на водороде с высоким уровнем энергоэффективности и безопасности
		Разработка новых технологий использования водорода для покрытия пиковых электрических нагрузок
		Разработка новых технологий безопасного и эффективного использования водорода в энергоустановках мобильных устройств

7.9 Эффективная транспортировка топлива и энергии

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- перспективные технологии транспортировки топлива и энергии на дальние расстояния.

Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Эффективная транспортировка топлива и энергии»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Перспективные технологии передачи электроэнергии на дальние расстояния		<p>Исследования, направленные на повышение эффективности передачи электроэнергии на дальние расстояния на переменном токе</p> <p>Разработка технологий и оборудования для высокоэффективной передачи электроэнергии на дальние расстояния на постоянном токе</p> <p>Разработка технологий и оборудования для передачи электроэнергии на основе высокотемпературной сверхпроводимости</p> <p>Разработка принципиально новых технологий передачи электроэнергии на дальние расстояния</p>
Новые технологии эффективной транспортировки природного газа		<p>Разработка новых технологий эффективной передачи природного газа на большие расстояния; новые методы снижения гидравлического сопротивления трубопроводов и повышения эффективности технологий компримирования</p> <p>Разработка новых технологий производства и безопасной перевозки сжиженного природного газа наземным и морским транспортом</p>
Новые технологии безопасной и эффективной транспортировки водорода		<p>Разработка новых технологий безопасной транспортировки газообразного водорода на большие расстояния</p> <p>Разработка новых технологий безопасной транспортировки жидкого водорода на большие расстояния</p>

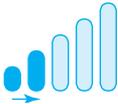
7.10 Интеллектуальные энергетические системы будущего

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- качественное повышение управляемости, надежности и эффективности функционирования основных энергетических систем: электроэнергетических, газотранспортных, централизованного теплоснабжения.

Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Интеллектуальные энергетические системы будущего»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Интеллектуальные системы электро- тепло- и газоснабжения, интеграция различных видов энергоресурсов и средств распределенной энергогенерации		<p>Создание интеллектуальных систем электро-, тепло- и газоснабжения со сложными режимами функционирования и активными потребителями</p> <p>Разработка новых схемных, технологических и управленческих решений в области интеграции различных видов энергоресурсов, технологий и средств аккумулирования энергии</p>

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка научно-технических предложений по эффективной интеграции средств распределенной электрогенерации, включая электромобили, с целью сокращения необходимых резервов мощности (пикового, системного), обеспечения требуемого уровня надежности электроснабжения и качества электроэнергии; разработка концепции районной виртуальной электростанции</p>
<p>Физическая демонстрация интеллектуальных технологий и средств мониторинга, диагностики и автоматического управления оборудованием и режимами работы сложных энергетических систем в режиме реального времени</p>		<p>Разработка новых интеллектуальных технологий и средств мониторинга и диагностики состояния оборудования в энергетических системах</p> <p>Разработка новых технологий, методов и средств автоматического управления оборудованием и режимами работы сложных энергетических систем, интеллектуальных систем и технических средств диспетчеризации</p> <p>Разработка математических методов оптимизации нормальных и аварийных режимов в сложных энергетических системах</p> <p>Создание новых средств оптимального управления сложными системами централизованного теплоснабжения с распределенными теплоисточниками и регуляторами, включая математические методы и компьютерные системы оптимизации гидравлических и тепловых режимов сложных тепловых сетей</p> <p>Разработка и демонстрация принципов, методов и технологий автоматического управления конечным электропотреблением по экономическому критерию в режиме реального времени на основе интеграции электрических и информационных сетей; разработка концепции Энергетического Интернета (EnerNet)</p>
<p>Новые методы и средства обеспечения оптимального уровня надежности и безопасности интеллектуальных энергетических систем, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций</p>		<p>Разработка концепции и модельных средств обеспечения надежности и безопасности функционирования интеллектуальных энергетических систем и объектов в условиях критических и чрезвычайных ситуаций</p> <p>Разработка концепции и модельных средств управления рисками в критически важных и потенциально опасных объектах энергетической инфраструктуры в целях предотвращения кризисных и чрезвычайных ситуаций или смягчения их последствий</p> <p>Формирование математических моделей возможных аварий на различных энергетических объектах и соответствующих программных продуктов</p> <p>Разработка методик и вычислительных инструментов для оценки последствий кризисных и чрезвычайных ситуаций в энергетической инфраструктуре</p>

7.11 Эффективное потребление энергии

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- новые технологии, технические средства и методы управления ими, обеспечивающие существенное снижение потерь энергии у конечных потребителей, прежде всего в энергоемких отраслях экономики (металлургии, химической промышленности, машиностроении, транспорте и т. д.), а также в жилищно-коммунальной и социальной сферах.

Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Эффективное потребление энергии»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Повышение энергоэффективности энергоемких производств		<p>Разработка новых энергоэффективных технологий для основных производств в энергоемких отраслях экономики</p> <p>Разработка новых технологий, направленных на минимизацию образования отходов производства и максимизацию объемов их рекуперации</p> <p>Разработка научно-технических предложений по расширению использования перспективных электрофизических и электрохимических технологий в экономике</p> <p>Разработка научно-технических предложений по повышению энергоэффективности экономики за счет применения более долговечных материалов, предметов, устройств и оборудования</p>
Здания с минимальным энергопотреблением		<p>Разработка новых архитектурно-планировочных решений и технологий проектирования и строительства зданий с минимальным потреблением энергии</p> <p>Создание новых типов ограждающих конструкций, включая светопрозрачные, с предельно высокими теплозащитными характеристиками; использование вакуумных технологий для теплоизоляции</p> <p>Разработка новых технологий рекуперации теплоты вентиляционных выбросов с высокой энергетической эффективностью и эксплуатационными свойствами</p> <p>Создание новых высокоэффективных систем отопления и вентиляции жилых, общественных и производственных зданий</p> <p>Разработка новых методов снижения гидравлического сопротивления трубопроводных систем зданий, коррозии и образования накипи во внутридомовых трубопроводах и способов их очистки</p>
Высокоэффективное электрооборудование и системы управления им		<p>Создание новых типов электродвигателей, в том числе на основе сверхпроводящих материалов</p> <p>Разработка новых технологий и систем управления электроприводом</p> <p>Создание высокоэффективных трансформаторов и коммутационного электрооборудования</p>
Новые источники света и интеллектуальные системы освещения		<p>Создание новых источников света с высокой световой отдачей</p> <p>Создание новых систем освещения и средств управления режимами освещения, в том числе с использованием датчиков освещенности и движения</p>
Интеллектуальные системы управления энергопотреблением технологических процессов и зданий		<p>Разработка интеллектуальных систем управления энергопотреблением технологических процессов</p> <p>Разработка интеллектуальных систем комплексного управления энергопотреблением зданий с учетом реальных климатических условий («Умный дом»)</p>

(ОКОНЧАНИЕ)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		Разработка новых технологий и программно-аппаратных средств дистанционного управления производственными процессами и оборудованием, бытовыми приборами и внутридомовыми системами с использованием мобильной связи и информационных сетей в целях энергосбережения и обеспечения безопасности
Интенсификация процессов тепло- и массообмена		Разработка новых способов интенсификации процессов тепло- и массообмена в энергетических и энергопотребляющих установках в целях энергосбережения

7.12 Моделирование перспективных энергетических технологий и систем

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- новые методы, математические модели и вычислительные средства для системного анализа перспективных энергетических технологий, оптимального управления развитием и функционированием больших систем энергетики, обеспечения необходимой надежности и безопасности их функционирования, а также анализа и прогнозирования развития мировой энергетической системы и энергетических рынков;
- своевременное выявление складывающихся глобальных технологических трендов в мировой энергетике и прогнозирование развития и применения новых крупномасштабных энергетических технологий;
- получение надежных прогнозных оценок внешнего спроса на первичные и вторичные отечественные энергоносители, позволяющих определить и своевременно скорректировать оптимальную стратегию поведения России на внешних энергетических рынках на долгосрочную перспективу.

Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Моделирование перспективных энергетических технологий и систем»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Моделирование физико-химических процессов в энергоустановках		<p>Разработка новых методов и технологии термодинамического моделирования процессов превращения вещества и энергии в многокомпонентных системах, в том числе с внешними воздействиями и в экстремальных условиях</p> <p>Разработка новых методов кинетического моделирования химических процессов в энергоустановках, в том числе быстропотекающих</p> <p>Разработка новых методов моделирования процессов тепло- и массообмена в целях создания перспективных энергетических установок</p>
Моделирование и оптимизация схем и параметров перспективных энергетических установок		Разработка новых методов математического моделирования и оптимизации схем и параметров перспективных энергетических и энерготехнологических установок

(окончание)

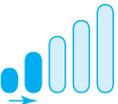
Области задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		Разработка новых методов математического моделирования аварийных процессов в энергетических установках
Новые методы и средства системного анализа перспективных энергетических технологий		<p>Разработка новых методов и средств системного анализа перспективных энергетических технологий с учетом их жизненного цикла</p> <p>Разработка новых методов и средств учета мультипликативных эффектов при оценке долгосрочных перспектив развития энергетических технологий</p> <p>Разработка новых методов и средств учета неопределенностей и рисков при выполнении системного анализа перспективных энергетических технологий</p> <p>Разработка научно-технических предложений по развитию национальной системы прогнозирования научно-технического прогресса в энергетике</p>
Моделирование развития и функционирования энергетических систем		<p>Разработка новых методов математического моделирования функционирования и развития топливно-энергетического комплекса страны и регионов</p> <p>Разработка новых методов математического моделирования функционирования и развития электроэнергетических систем на основе оптимизационного, имитационного и мультиагентского моделирования</p> <p>Разработка новых методов математического моделирования функционирования и развития трубопроводных систем (газо-, нефте- и теплоснабжения)</p>
Моделирование мировой энергетики и мировых энергетических рынков		<p>Формирование моделей мировой энергетической системы нового поколения в оптимизационной, мультирегиональной и динамической постановке</p> <p>Формирование моделей мировых энергетических рынков (нефти и нефтепродуктов, природного газа, угля) с региональной детализацией</p>

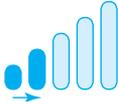
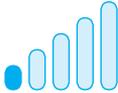
7.13 Разработка прогрессивной электронной компонентной базы для энергетики

Ожидаемые результаты задельных исследований:

- прогрессивная отечественная элементная электронная база силовой и слаботочной электроники для применения в интеллектуальных энергетических системах, перспективных энергетических и энергосберегающих технологиях.

Перспективные направления задельных исследований в тематической области «Разработка прогрессивной электронной компонентной базы для энергетики»

Области задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Силовая электроника нового поколения		Создание интеллектуальных силовых полупроводниковых приборов нового поколения для применения в энергетике

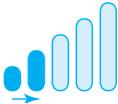
Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Измерительные приборы и средства автоматического регулирования нового поколения		<p>Создание высокочувствительных измерительных приборов, включая датчики температуры, давления и расхода</p> <p>Создание перспективных средств автоматического регулирования для энергосберегающих технологий</p> <p>Создание новых технических средств обеспечения безопасной эксплуатации перспективного энергетического оборудования</p> <p>Создание новых измерительных приборов для мониторинга состояния генерирующего оборудования гидроэлектростанций и гидротехнических сооружений</p>
Микропроцессорная техника нового поколения для нужд энергетики		Создание микропроцессорной техники для применения в интеллектуальных энергетических системах и приборах, системах автоматического регулирования электро-, тепло- и газопотребления
Технологии и средства дистанционного управления энергетическим оборудованием		<p>Разработка новых технологий и программно-аппаратных средств дистанционного управления производственными процессами и бытовыми приборами с использованием мобильной связи и информационной сети Интернет</p> <p>Создание беспроводных интерфейсов и их элементной базы для нужд энергетики</p>

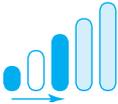
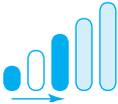
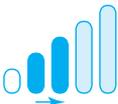
7.14 Новые материалы и катализаторы для энергетики будущего

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- новые материалы для перспективных энергогенерирующих, энергопотребляющих и энерготранспортных технологий и систем нового поколения.

Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Новые материалы и катализаторы для энергетики будущего»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Новые конструкционные материалы и покрытия		<p>Разработка новых конструкционных материалов и покрытий (термобарьерных, антиэрозионных, противокоррозионных), способных функционировать в условиях экстремально высоких температур и больших динамических нагрузок, для изготовления мощных газовых турбин с длительным ресурсом работы при переменных нагрузках с большими амплитудами и скоростями их изменений</p> <p>Разработка новых материалов и покрытий для лопастей ветродвигателей и технологий их обработки и применения</p> <p>Разработка новых материалов и покрытий с высокой поглощательной способностью и большим ресурсом работы для изготовления солнечных коллекторов</p>

Области задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка новых покрытий с высокой отражательной способностью и большим ресурсом работы для изготовления концентраторов солнечного излучения</p>
<p>Новые жаропрочные материалы</p>		<p>Разработка новых жаропрочных материалов для работы под высоким давлением в запыленной высокотемпературной газовой среде, обеспечивающих создание теплоэнергетических установок с ультравысокими параметрами пара, использующих твердое топливо</p>
<p>Новые радиационностойкие материалы</p>		<p>Разработка новых материалов с высокой радиационной стойкостью, способных длительно функционировать в активной зоне ядерных реакторов и обеспечивающих ресурс надежной и безопасной эксплуатации АЭС не менее 60 лет</p> <p>Разработка новых материалов, способных длительно функционировать в активной зоне высокотемпературного газоохлаждаемого реактора</p> <p>Разработка новых материалов для термоядерных реакторов</p>
<p>Новые токопроводящие и электроизоляционные материалы</p>		<p>Разработка новых токопроводящих и электроизоляционных материалов с высокими эксплуатационными свойствами для перспективных электроэнергетических систем и электрооборудования</p> <p>Разработка сверхпроводящих материалов, пригодных для применения в электроэнергетике в промышленных масштабах</p> <p>Разработка новых материалов для фотопреобразователей</p>
<p>Теплозащитные и теплоизоляционные материалы</p>		<p>Разработка новых теплозащитных и теплоизоляционных материалов с высоким термическим сопротивлением и улучшенными эксплуатационными характеристиками для использования в перспективных энергоустановках и в целях энергосбережения</p>
<p>Новые функциональные покрытия трубопроводов</p>		<p>Разработка новых функциональных покрытий с низкой адгезией к солям жесткости, малой шероховатостью и высокими антикоррозионными свойствами для увеличения срока службы тепловых сетей и снижения их гидравлического сопротивления</p>
<p>Новые мембранные материалы с заданным размером пор</p>		<p>Разработка новых мембранных материалов с контролируемым размером пор для перспективных процессов разделения газов и жидкостей</p> <p>Разработка новых мембранных материалов и проводящих структур для электрохимических генераторов и аккумуляторов</p>
<p>Новые типы катализаторов</p>		<p>Поиск новых катализаторов, характеризующихся высокой селективностью, долговечностью и приемлемой стоимостью, для увеличения глубины переработки углеводородного сырья и повышения качества производимых моторных топлив</p> <p>Создание новых типов катализаторов для производства моторных топлив и широкого спектра химических продуктов на основе синтез-газа</p>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Авиадвигатели XXI века (2010) // Сб. тез. докл. III Международной научно-технической конференции, посвященной 80-летию ЦИАМ, 30 ноября – 3 декабря 2010 г. М.: ЦИАМ.

Адамов Д.Ю., Адамов Ю.Ф., Амелин Д.В. (2010) Наногетероструктуры в сверхвысокочастотной полупроводниковой электронике. М.: Техносфера.

Алдошин С.М. (2011) Достижения и инновационные перспективы химической науки // Тез. докл. XIX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ.

Бедрицкий А.И., Коршунов А.А., Хандожко Л.А., Шаймарданов М.З. (2007) Гидрометеорологическая безопасность и устойчивое развитие России // Право и безопасность. № 1–2 (22–23).

Борисенко В.Е., Воробьева А.И., Уткина Е.А. (2009) Нанoeлектроника. М.: Бином.

Бхушан Б. (2010) Справочник Шпрингера по нанотехнологиям. М.: Техносфера.

Внешэкономбанк (2011) Современное состояние и перспективы развития российского судостроения. <http://www.veb.ru/common/upload/files/veb/analytics/flid/20111129shipbuilding.pdf> (дата обращения: 3.11.2012).

Волков В.В., Мчедlishвили Б.В., Ролдугин В.И., Иванчев С.С., Ярославцев А.Б. (2008) Мембраны и нанотехнологии // Российские нанотехнологии. Т. 3. № 11–12. С. 67–99.

Вучик В.Р. (2011) Транспорт в городах, удобных для жизни / пер. с англ. А. Калинина, научн. ред. М. Блинкина. М.: Издательский дом «Территория будущего».

Горынин И.В. (2007) Исследования и разработки ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» в области конструкционных наноматериалов // Российские нанотехнологии. Т. 2. № 3–4. С. 36–57.

Гохберг Л.М., Кузнецова Т.Е. (2011) Стратегия-2020. Новые контуры российской инновационной политики // Форсайт. Т. 5. № 4. С. 8–31.

Гриджин В.А., Драгунов В.П., Неизвестный И.Г. (2006) Основы нанoeлектроники. М.: Логос.

Демонис И.М., Петрова А.П. (2011) Материалы ВИАМ в космической технике // Все материалы. Энциклопедический справочник. № 6. С. 2–9.

Доманьский Р. (2010) Экономическая география: динамический аспект. М.: Новый хронограф.

- Елисеев А.А., Лукашин А.В. (2010) Функциональные наноматериалы. М.: Физматлит.
- ИНЭИ РАН / РЭА (2012) Прогноз развития энергетики мира и России до 2035 года. М.
- Каблов Е.Н. (2011) Материалы и химические технологии для авиационно-космической техники // Тез. докл. XIX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. Т. 1. Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ.
- Кавалейро А., де Хоссон Д. (2011) Наноструктурные покрытия. М.: Техносфера.
- Каминский И.П., Огородова Л.М., Патрушев М.В., Чулок А.А. (2013) Медицина будущего: возможности для прорыва сквозь призму технологического прогноза // Форсайт. Т. 7. № 1. С. 14–25.
- Караганов В.В., Кульпик Л.Г., Мурзин Р.Р., Симонов Ю.А. (2006) Шельф России: прогноз добычи углеводородов до 2030 года и инфраструктура технико-технологического обеспечения // Нефтяное хозяйство. № 6. С. 76–78.
- Кильдишев А.В., Шалаев В.М. (2011) Трансформационная оптика и метаматериалы // Успехи физических наук. Т. 181. С. 59–70.
- Кислов А.В., Евстигнеев В.М., Малхазова С.М. и др. (2008) Прогноз климатической ресурсообеспеченности Восточно-Европейской равнины в условиях потепления. М.: Макс Пресс.
- Ковальчук М.В. (2010) Идеология нанотехнологий. М.: ИКЦ «Академкнига».
- Колесов С.Н., Колесов И.С. (2007) Материаловедение и технология конструкционных материалов. М.: Высшая школа.
- Концепция партнерства Глобального экологического фонда (ГЭФ) и Российской Федерации по устойчивому управлению окружающей средой в Арктике в быстро меняющихся климатических условиях («Арктическая Повестка 2020»). <http://fsdejournal.ru/book/export/html/229> (дата обращения: 19.11.2012).
- Крайнев Д.Ю., Жданов С.А. (2010) Научное обеспечение новых технологий разработки нефтяных месторождений с трудноизвлекаемыми запасами // Технологии нефти и газа. № 5. С. 36–39.
- Кульчицкий В.В. (2008) Инновационные технологии освоения Арктического шельфа // Oil & Gas Journal Russia. № 6. С. 62–66.
- Мальцев П.П. (2008) Нанотехнологии. Наноматериалы. Наносистемная техника: мировые достижения за 2008 год. М.: Техносфера.
- Мартинес-Дуарт Дж.М., Мартин-Палма Р.Дж., Агулло-Руеда Ф. (2009) Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники. М.: Техносфера.
- Межведомственный аналитический центр (2010) Проблемы и перспективы развития отечественного информационного сектора. <http://www.iacenter.ru/publication-files/110/91.pdf?1.0%20Mb> (дата обращения: 25.10.2012).
- Минприроды России (2010а) Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2010 году». <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/detail.php?ID=128810> (дата обращения: 16.11.2012).
- Минприроды России (2010б) Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2010 году». <http://www.mnr.gov.ru/regulatory/detail.php?ID=128153> (дата обращения: 16.11.2012).

- Минобрнауки России (2008a) Долгосрочный прогноз научно-технологического развития Российской Федерации (до 2025 года).
- Минобрнауки России (2008b) Разработка прогноза долгосрочного научно-технологического развития ключевых секторов российской экономики на период до 2030 года.
- Носков Р.Е. (2011) Метаматериалы: от левосторонних сред к нелинейной плазматике. Lambert Academic Publishing.
- Перес К. (2011) Технологические революции и финансовый капитал. Динамика пузырей и периодов процветания. М.: Дело.
- ОАК (2008) Стратегия развития ОАО «Объединенная авиастроительная корпорация» до 2025 г. <http://www.uacrussia.ru/common/img/uploaded/files/Strategiya.pdf> (дата обращения: 3.11.2012).
- ОАК (2011) Программа инновационного развития ОАО «Объединенная авиастроительная корпорация». http://www.uacrussia.ru/common/img/uploaded/innovations/Passport_PIR.pdf (дата обращения: 3.11.2012).
- Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации до 2030 г. Утверждены Указом Президента Российской Федерации. <http://президент.рф/news/15177> (дата обращения: 19.11.2012).
- Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу. Утверждены Президентом Российской Федерации 18.09.2008 г. (Пр – 1969). <http://scrf.gov.ru/documents/15/98.html> (дата обращения: 19.11.2012).
- Перечень критических технологий Российской Федерации. Утвержден Указом Президента Российской Федерации от 7.07.2011 г. № 899.
- Послание Президента Российской Федерации Федеральному собранию (2012) Официальный сайт Администрации Президента Российской Федерации. 12 декабря. <http://kremlin.ru/news/17118> (дата обращения: 25.02.2013).
- Приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации. Утверждены Указом Президента Российской Федерации от 7.07.2011 г. № 899.
- Пул Ч., Оуэнс Ф. (2009) Нанотехнологии. М.: Техносфера.
- Рахман Ф. (2010) Наноструктуры в электронике и фотонике. М.: Техносфера.
- Росгидромет (2010) Климатическая доктрина Российской Федерации. М.: Росгидромет.
- Росгидромет (2012) Методы оценки последствий изменений климата для физических и биологических систем / ред. С.М. Семенов. М.: Росгидромет.
- Роскосмос (2005) Федеральная космическая программа России на 2006–2015 годы. Утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 22.10.2005 г. № 635. <http://www.federalspace.ru/main.php?id=24> (дата обращения: 6.11.2012).
- Роскосмос (2012) Стратегия развития космической деятельности России до 2030 года и на дальнейшую перспективу (проект).

Соколов А.В., Чулок А.А. (2012) Долгосрочный прогноз научно-технологического развития России на период до 2030 года: ключевые особенности и первые результаты // Форсайт. Т. 6. № 1. С. 12–25.

Стуканов В.А. (2011) Материаловедение. М.: Форум.

Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 22.11.2008 г. № 1734-р.

Третьяков Ю.Д. (2010) Нанотехнологии. М.: Физматлит.

Третьяков Ю.Д., Гудилин Е.А. (2009) Основные направления фундаментальных и ориентированных исследований в области наноматериалов // Успехи химии. Т. 78. С. 867–888.

Фостер Л. (2008) Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности. М.: Техносфера.

Хаджиев С.Н. (2011) Наногетерогенный катализ – новый сектор нанотехнологий в химии и нефтехимии // Нефтехимия. Т. 51. № 1. С. 3–16.

Ханнинк Р., Хилл А. (2009) Наноструктурные материалы // М.: Техносфера.

Эванс Д. (2012) Сетевой эффект. http://www.reformclub.org.ua/archive_files/Dave_Evans_rus.pdf (дата обращения: 15.09.2012).

Ярославцев А.Б. (2011) Наноматериалы для альтернативной энергетики // Тез. докл. XIX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ.

Ahlqvist T., Carlsen H., Iversen J.S., Kristiansen E. (2007) Nordic ICT Foresight: Futures of the ICT environments and applications in the Nordic level. Systematic research report. VTT Publications 653. Espoo: VTT Technical Research Centre of Finland. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/publications/2007/P653.pdf> (дата обращения: 05.08.2010).

APEC (2004) Nanotechnology Foresight in Asia-Pacific. Bangkok: The APEC Center for Technology Foresight.

ATSE (2008) Energy and Nanotechnologies: Strategy for Australia's Future. Melbourne: Centre for Strategic Economic Studies.

BP (2012) Building a Stronger, Safer BP. Sustainability Review 2011. London.

Button K. (2010) *Transport Economics*. Cheltenham: Edward Elgar.

Caesar W., Riese J., Seitz T. (2007) Betting on Biofuels // McKinsey Quarterly. № 2. P. 53–63.

Ceder A. (2007) *Public Transit Planning and Operation: Theory, Modeling and Practice*. Oxford: Elsevier.

Cieslikowski D.A., Halewood N.J., Kimura K., Qiang C.Z.-W. (2009) Key Trends in ICT Development. Washington: World Bank. http://siteresources.worldbank.org/EXTIC4D/Resources/5870635-1242066347456/IC4D_2009_Key_Trends_in_ICT_Development.pdf (дата обращения: 03.10.2012).

COM-FSM (2012) Current and Future Trends in ICT (Information Communication Technology). http://www.comfsm.fm/national/administration/VPA/researchdocs/techPlan/ED_Conf_TechTrends.pdf (дата обращения: 16.10.2012).

- COMODIA 2012 (2012) The Eighth International Conference on Modeling and Diagnostics for Advanced Engine Systems, Jul. 23 - 26, 2012, Fukuoka, Japan. <http://www.jsme.or.jp/esd/comodia/comodia2012/contacts.html> (дата обращения: 11.12.2012).
- De Palma A., Lindsey R., Quinet E., Vickerman R.* (2011) *A Handbook of Transport Economics*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Deloitte (2012) Tech Trends 2012. Elevate IT for digital business. http://www.deloitte.com/assets/Dcom-UnitedStates/Local%20Assets/Documents/us_cons_techtrends2012_013112.pdf (дата обращения: 20.10.2012).
- Denef S., Kaptein N., Bayerl P.S., Birdi K. and oth.* (2011) ICT Trends in European Polic-ing. Composite Project. http://www.fit.fraunhofer.de/content/dam/fit/de/documents/composite_d41.pdf (дата обращения: 26.09.2012 г.).
- ESA (2012) *Technology Unlocking Tomorrow*. Paris: European Space Agency.
- European Commission (2006) *Roadmaps at 2015 on Nanotechnology Application in the Sectors of Materials, Health & Medical Systems, Energy*. Roma: AIRI / Nanotec IT.
- European Commission (2008) *Shaping the ICT research and innovation agenda for the next decade*. http://ec.europa.eu/information_society/tl/research/key_docs/documents/report_public_consultation.pdf (дата обращения: 29.10.2012).
- European Commission (2009) *Nanosciences and Nanotechnologies: An action plan for Europe 2005–2009. Second Implementation Report 2007–2009*. Brussels: Commission of the European Communities. <http://cordis.europa.eu/nanotechnology/actionplan.htm>.
- European Commission (2010a) *Concentrating Solar Power: From Research to Implementation*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- European Commission (2010b) *Critical Raw Materials for EU*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- European Commission (2010c) *European Forward Looking Activities. EU Research in Foresight and Forecast*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- European Commission (2010d) *Facing the future: time for the EU to meet global challenges*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- European Commission (2010e) *Strategic Research Agenda 2010 Update: Innovation Driving Sustainable Biofuels*. European Biofuels Technology Platform. http://www.biofuelstp.eu/srasdd/SRA_2010_update_web.pdf (дата обращения: 13.02.2013).
- European Commission (2011a) *A Strategic Research Agenda for Photovoltaic Solar Energy Technology*. European Photovoltaic Technology Platform. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- European Commission (2011b) *ICT Updated Work Programme 2011–2012. Cooperation. Theme 3*. ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/fp7/ict/docs/ict-wp-2011-12_en.pdf (дата обращения: 6.10.2012).
- European Commission (2011c) *The ICT Landscape in BRICS Countries: Brazil, India, China*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Farell D., Nyquist S., Rogers M.* (2007) *Curbing the Growth of Global Energy Demand // McKinsey Quarterly, № 1. P. 21–55.*

- Foresight Horizon Scanning Centre / Government Office for Science (2010) Technology and Innovation Futures: UK Growth Opportunities for the 2020s. London. <http://www.bis.gov.uk/foresight> (дата обращения: 9.10.2012).
- Foresight Vehicle consortium (2002) Foresight Vehicle Technology Roadmap (2002) London.
- Fujitsu/Microsoft (2011) Key ICT Trends and Priorities // Insights Quarterly. Vol. 1. № 3.
- Gartner (2006) Emerging Trends in ICT 2010–2015. Yeppoon, Queensland. http://www.u-cursos.cl/ingenieria/2008/2/IN7B0/1/material_docente/objeto/200134 (дата обращения: 1.10.2012).
- Griffith M., Wilding K. (2012) How ICT is shaping the future design and delivery of public services // NCVO Third Sector Foresight. London: National Council for Voluntary Organisations.
- Hensher D., Button K. (2005) Handbook of Transport Strategy, Policy & Institutions / Handbooks in Transport. Vol. 5. Amsterdam: Elsevier.
- Hensher D., Button K., Haynes K., Stopher P. (2004) Handbook of Transport Geography and Spatial Systems / Handbooks in Transport. Vol. 5. Amsterdam: Elsevier.
- JAXA (2005) JAXA Vision «JAXA 2025». Tokyo. http://www.jaxa.jp/about/2025/pdf/jaxa_vision_e.pdf (дата обращения: 6.11.2012).
- Kutz M. (2011a) Handbook of Transportation Engineering. Vol. I: Systems and Operations. New York: McGraw-Hill.
- Kutz M. (2011b) Handbook of Transportation Engineering. Vol. II: Applications and Technologies. New York: McGraw-Hill.
- Lu M., Tegart G. (2008) Energy and Nanotechnologies: Strategies for Australia's Future. Melbourne: Australian Academy of Technological Sciences and Engineering.
- Meissner D., Gokhberg L., Sokolov A. (eds.) (2013) Science, Technology and Innovation Policy for the Future. Potentials and Limits of Foresight Studies. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Microsoft (2006) Towards 2020 Science: A Draft Roadmap. http://www.jyu.edu.cn/jsjyjs/Ref/T2020S_Roadmap.pdf (дата обращения: 10.10.2012).
- Murthy B.K. (2010) Indian ICT Landscape and Road Map. Ministry of Communications and IT Government of India. <http://www.my-fire.eu/documents/11433/31625/Indian+ICT+landscape+and+roadmaps.pdf> (дата обращения: 16.10.2012).
- NASA (2011) 2011 NASA Strategic Plan. Washington.
- NISTEP (2005) The 8-th Science and Technology Foresight Survey: Delphi Analysis. NISTEP report № 97. Tokyo.
- NISTEP (2010a) Contribution of Science and Technology to Future Society. Tokyo. http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/eng/rep140e/pdf/rep140e_overview.pdf (дата обращения: 21.09 2012).
- NISTEP (2010b) Future Scenarios Opened up by Science and Technology (Summary). Tokyo. <http://data.nistep.go.jp/dspace/bitstream/11035/676/1/NISTEP-NR141-SummaryE.pdf> (дата обращения: 13.09.2012).
- NISTEP (2010c) The 9th Science and Technology Foresight – Contribution of Science and Technology to Future Society. NISTEP report № 140. Tokyo.

- NRC-IAR/NRC-CSTT (2008) Canadian Aerospace Environmental Technology Roadmap. Ottawa: Institute for Aerospace Research, Centre for Surface Transportation Technology.
- NREL USA (2011) Renewable Electricity Futures Study. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory.
- NSTC (2011) The National Nanotechnology Initiative. Strategic Plan. Washington: National Science and Technology Council. <http://www.nano.gov/node/581> (дата обращения: 05.11.2012).
- OECD (2005) Space 2030. Tackling Society's Challenges. Paris. <http://www.oecdbookshop.org/oecd/display.asp?lang=EN&sf1=identifiers&st1=032005011P1> (дата обращения: 20.02.2013).
- OECD (2006) Infrastructure to 2030. Telecom, Land Transport, Water and Electricity. Paris. http://www.oecd-ilibrary.org/economics/infrastructure-to-2030_9789264023994-en (дата обращения: 20.02.2013).
- OECD (2008a) Energy Technology Perspectives: Scenarios & Strategies to 2050. Paris.
- OECD (2008b) OECD Environmental Outlook to 2030. The Consequences of Inaction. Paris. http://www.oecd-ilibrary.org/environment/oecd-environmental-outlook-to-2030_9789264040519-en (дата обращения: 20.02.2013).
- OECD (2009) The Bioeconomy to 2030. Designing a policy agenda. Paris. http://www.oecd-ilibrary.org/economics/the-bioeconomy-to-2030_9789264056886-en (дата обращения: 20.02.2013).
- OECD (2011) OECD Green Growth Studies: Energy. Paris.
- OECD (2012a) A Comparative Analysis of Health Forecasting Methods // OECD Health Working Paper № 59. Paris: OECD Publications Service. [http://search.oecd.org/official-documents/publicdisplaydocumentpdf/?cote=DELSA/HEA/WD/HWP\(2012\)2&docLanguage=En](http://search.oecd.org/official-documents/publicdisplaydocumentpdf/?cote=DELSA/HEA/WD/HWP(2012)2&docLanguage=En) (дата обращения: 20.02.2013).
- OECD (2012b) OECD Innovation Strategy. Paris. <http://www.oecd.org/site/innovation-strategy> (дата обращения: 12.11.2012).
- OECD (2012c) OECD Environmental Outlook to 2050. The Consequences of Inaction. Paris: OECD Publishing. http://www.oecd-ilibrary.org/environment/oecd-environmental-outlook-to-2050/health-and-environment_env_outlook-2012-9-en (дата обращения: 20.02.2013).
- OECD (2012d) OECD Handbook on Measuring the Space Economy. Paris.
- OECD (2012e) Strategic Transport Infrastructure Needs to 2030. Paris. http://www.oecd-ilibrary.org/economics/strategic-transport-infrastructure-needs-to-2030_9789264114425-en (дата обращения: 20.02.2013).
- OECD/IEA (2003) Energy to 2050: Scenarios for a Sustainable Future. Paris. http://www.oecd-ilibrary.org/energy/energy-to-2050-scenarios-for-a-sustainable-future_9789264019058-en (дата обращения: 20.02.2013).
- OECD/IEA (2010) Energy Technology Perspectives 2010. Scenarios and Strategies to 2050. Paris. http://www.oecd-ilibrary.org/energy/energy-technology-perspectives-2010_energy_tech-2010-en (дата обращения: 20.02.2013).
- OECD/IEA (2011) OECD Green Growth Studies: Energy. Paris.

- OECD/IEA (2012a) Energy Technology Perspective 2012: Pathways to a Clean Energy System. Paris.
- OECD/IEA (2012b) Golden Rules for a Golden Age of Gas: Special Report on Unconventional Gas. Paris.
- OECD/IEA (2012c) Tracking Clean Energy Progress. Paris.
- OECD/IEA (2012d) World Energy Outlook 2012. Paris. <http://www.worldenergyoutlook.org/pressmedia/recentpresentations/PresentationWEO2012launch.pdf> (дата обращения: 25.02.2013).
- OPEC (2011) World Oil Outlook. Vienna: Organization of the Petroleum Exporting Countries.
- Ortuzar J.D., Willumsen L.G.* (2011) Modelling Transport. Chichester: John Wiley and Sons.
- PWC (2012) Technology Forecast 2012 // Quarterly Journal. Iss. 2. <http://www.pwc.com/.../technology-forecast/2012/iss> (дата обращения: 7.10.2012).
- RAND (2006) The Global Technology Revolution 2020: In-Depth Analysis. Technical Report. Santa Monica, Arlington, Pittsburg: RAND Corporation.
- Resnik Institute (2011) Critical Materials for Sustainable Energy Application. Pasadena, CA: California Institute of Technology.
- Rodrigue J.-P., Comtois C., Slack B.* (2009) The Geography of Transport Systems. New York: Routledge.
- Roggers R.E., Ramurthy M., Rodvelt G.* (2007) Coalbed Methane: Principles and Practices. Starkville: Oktibbeha Publishing.
- Shell (2001) Exploring the Future: Energy Needs, Choices and Possibilities. Scenarios to 2050. Hague.
- Shell (2008) Shell Energy Scenarios to 2050. Hague.
- Small K., Verhoef E.* (2007) The Economics of Urban Transportation. London: Routledge (part of the Taylor & Francis Group).
- Supreme Council of Information & Communication Technology (2011) Qatar's ICT Landscape. Doha. http://www.ictqatar.qa/sites/default/files/documents/Final_landscape_en.pdf (дата обращения: 27.10.2012).
- The White House (2012) National Bioeconomy Blueprint. Washington.
- U.S. Department of Energy (2002) National Hydrogen Energy Roadmap. Washington.
- U.S. Department of Energy (2007) Productive Nanosystems. A Technology Roadmap. Washington: Battelle Memorial Institute and Foresight Nanotech.
- U.S. Department of Energy / U.S. Department of Homeland Security (2006) Roadmap to Secure Control Systems in the Energy Sector. Columbia: Energetics Inc.
- U.S. Nuclear Energy Research Advisory Committee / Generation IV International Forum (2002) A Technology Roadmap for Generation IV Nuclear Energy Systems. <http://www.gen-4.org/PDFs/GenIVRoadmap.pdf> (дата обращения: 3.11.2012).
- UCTE (2007) UCTE System Adequacy Forecast 2007–2020. Brussels: Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity.
- WEC (2011) Global Transport Scenarios 2050. London: World Energy Council.

Долгосрочные приоритеты прикладной науки в России

Редактор *М.Ю. Соколова*

Художник *П.А. Шелегеда*

Компьютерный макет:
В.Г. Паршина, В.В. Пучков

Подписано в печать 05.04.2013.

Формат 60×90 1/8. Печ. л. 20.0.

Тираж 300 экз. Заказ № 248.

Отпечатано в ООО «БЭСТ-принт»
107023, Москва, Электrozаводская ул., 21

По вопросам приобретения книги обращаться
в Институт статистических исследований
и экономики знаний НИУ ВШЭ
101000, Москва, Мясницкая ул., 20
Тел.: 8 (495) 621-28-73, факс: 8 (495) 625-03-67
<http://issek.hse.ru>
E-mail: issek@hse.ru