



Министерство образования и науки
Российской Федерации

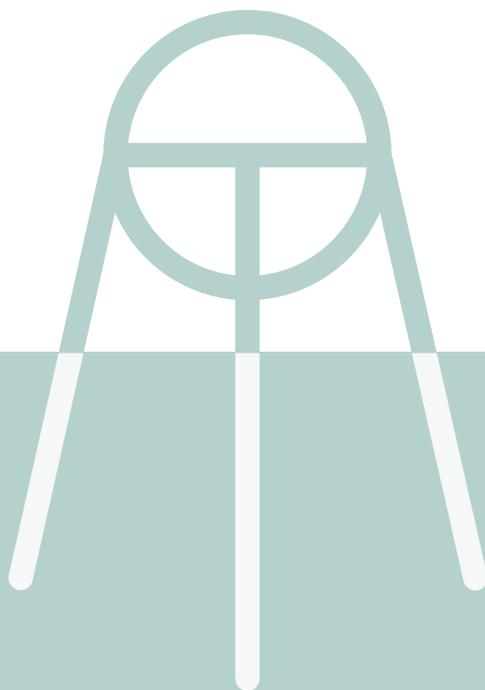


ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



Институт статистических исследований
и экономики знаний

Прогноз научно-технологического развития России: 2030



Транспортные и космические системы

Москва 2014

УДК 656
ББК 39в6
П78

Авторы:

М.Я. Блинкин, А.Ю. Гребенюк, О.В. Евсеев, П.А. Иосифов,
А.В. Савкин, А.В. Соколов, А.А. Чулок, С.А. Шашнов

*Авторский коллектив выражает искреннюю благодарность
за значительный вклад в экспертизу представленных в докладе материалов:*
Б.С. Алешину, А.В. Дутову, А.Б. Землянову, Е.Н. Каблову, С.К. Колпакову, Л.М. Комму,
А.С. Коротееву, Б.И. Крючкову, В.А. Лопоте, А.В. Никитову, Д.Б. Пайсону, В.М. Пашину,
А.Н. Петровскому, Ф.С. Пехтереву, А.А. Римашевскому, Ю.А. Рыжову, К.И. Сыпало,
Ю.М. Урличичу, С.Л. Чернышеву, А.Г. Чернявскому, М.М. Четвертакову

Прогноз научно-технологического развития России: 2030. Транспортные и космические системы / под. ред. М.Я. Блинкина, Л.М. Гохберга. – Москва : Министерство образования и науки Российской Федерации, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2014. – 40 с.
ISBN 978-5-9904918-4-7

Работа выполнена Национальным исследовательским университетом «Высшая школа экономики» по заказу Министерства образования и науки Российской Федерации.

Цель долгосрочного Прогноза научно-технологического развития на период до 2030 года – определение наиболее перспективных для России областей развития науки и технологий, обеспечивающих реализацию конкурентных преимуществ страны. Итоговые рекомендации прошли широкое обсуждение с привлечением значительного числа российских и зарубежных экспертов, которые принимали участие в определении и оценке глобальных вызовов и окон возможностей, инновационных рынков, радикальных продуктов и технологий, выборе приоритетных областей научных исследований и их верификации.

В рамках формирования Прогноза создана сеть отраслевых центров научно-технологического прогнозирования, включающая ведущие научные организации, вузы и инновационные компании из 40 регионов России.

Выполненная работа была сфокусирована на семи приоритетных направлениях развития науки и технологий. В данной публикации представлены материалы по приоритетному направлению «Транспортные и космические системы».

В докладе использованы разработки следующих организаций:

- Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»;
- отраслевых центров научно-технологического прогнозирования на базе ведущих вузов (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Московский физико-технический институт, Национальный исследовательский ядерный университет, Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского);
- исследовательских центров (Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов, Центральный аэрогидродинамический институт им. профессора Н.Е. Жуковского, Крыловский государственный научный центр, Центральный научно-исследовательский институт машиностроения, ОАО «Информационные спутниковые системы имени академика М.Ф. Решетнева» и др.);
- технологических платформ («Авиационная мобильность», «Высокоскоростной интеллектуальный транспорт», «Легкие и надежные конструкции», «Национальная информационная спутниковая система», «Освоение океана» и др.).

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

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

УДК 656
ББК 39в6

ISBN 978-5-9904918-4-7

© Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики», 2014
При перепечатке ссылка обязательна

Содержание

Аббревиатуры.....	4
Введение	5
Методические комментарии.....	12
1. Вызовы и окна возможностей.....	13
2. Перспективные рынки, продукты и услуги	18
3. Перспективные направления научных исследований.....	26
3.1. Развитие единого транспортного пространства.....	27
3.2. Повышение безопасности и экологичности транспортных систем	29
3.3. Перспективные транспортные и космические системы	30
Список литературы	35

Аббревиатуры

ГЛОНАСС	Глобальная навигационная спутниковая система
ЕС	Европейский союз
ИиР	Исследования и разработки
ИКАО	Международная организация гражданской авиации (ICAO — International Civil Aviation Organization)
НИУ ВШЭ	Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
ООН	Организация объединенных наций
ОЭСР	Организация экономического сотрудничества и развития
ПНТР	Прогноз научно-технологического развития России на период до 2030 г.
СПГ	Сжиженный природный газ
ТС	Транспортное средство
ЮНИДО	Организация Объединенных Наций по промышленному развитию (United Nations Industrial Development Organization – UNIDO)

«Сейчас завершается разработка долгосрочного прогноза научно-технологического развития России до 2030 года. Выделены конкретные направления как для подъема традиционных секторов, так и для прорыва на рынке высоких технологий...»

В.В. Путин
Послание Президента Российской Федерации
Федеральному Собранию Российской Федерации,
12 декабря 2012 г.

.....
«Прогноз должен послужить основой для разработки стратегий и инновационных программ крупнейших российских компаний. ... Прогноз носит не только индикативный характер... – это прогноз, на основе которого готовятся планы».

Д.А. Медведев
Совещание с вице-преьерами,
20 января 2014 г.

Введение

В январе 2014 г. Председателем Правительства Российской Федерации был утвержден долгосрочный Прогноз научно-технологического развития России на период до 2030 г. (ПНТР)¹. Доклад, содержащий его детальные результаты, был согласован с заинтересованными министерствами и ведомствами (Минкомсвязи России, Минздравом России, Минтрансом России, Минфином России, Минэкономразвития России, Минпромторгом России, Минприроды России, Минэнерго России, Роскосмосом), Российской академией наук и одобрен на заседании Межведомственной комиссии по технологическому прогнозированию президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России² 17 декабря 2013 г. Значение ПНТР для определения стратегических перспектив социально-экономического и научно-технологического развития страны отмечено в послании Президента Российской Федерации Федеральному Собранию 12 декабря 2012 г. [Послание Президента Российской Федерации Федеральному Собранию, 2012], а также Председателем Правительства Российской Федерации на совещании с вице-преьерами 20 января 2014 г. [Совещание с вице-преьерами, 2014].

В настоящем докладе представлены подробные результаты ПНТР по приоритетному направлению «Транспортные и космические системы».

Разработка ПНТР осуществлялась на фоне серьезных изменений, происходящих в последние годы в отечественной экономике (в частности, в сфере науки и инноваций), и связанных с этим преобразований научно-технической и инновационной политики, расширения круга ее субъектов и спектра используемых инструментов.

¹ Резолюция № ДМ-П8-5 от 3 января 2014 г.

² Создана решением президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации и инновационному развитию России от 28 июня 2013 г. (протокол № 1) во исполнение Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 596 «О долгосрочной государственной экономической политике» (абзац 2 подпункта «д» пункта 2).



Одна из первоочередных задач, стоящих перед Россией, – поиск новых источников экономического роста, который невозможен без масштабной модернизации традиционных секторов экономики на базе современных технологий, а также создания новых производств, обеспечивающих выход на формирующиеся высокотехнологические рынки. Перевод российской экономики на инновационные рельсы предполагает опережающую динамику высокотехнологичных отраслей промышленности и сферы услуг и радикальное повышение их конкурентоспособности, что требует дальнейшего совершенствования научно-технической и инновационной политики, повышения качества ее информационного и методического обеспечения, усиления доказательной базы³.

Указанный комплекс задач предопределил *основную цель разработки ПНТР – выявление наиболее перспективных для России областей развития науки и технологий, обеспечивающих реализацию конкурентных преимуществ страны*. Для ее достижения в течение последних лет осуществляется системная работа, связанная с проведением комплекса Форсайт-исследований.

Первым крупным проектом национального уровня стал долгосрочный прогноз научно-технологического развития России на период до 2025 г., инициированный в 2007 г. Минобрнауки России. Он охватывал три крупных блока: макроэкономический прогноз российской экономики; прогноз сферы науки и технологий по приоритетным направлениям и отраслевой прогноз, содержащий варианты технологического развития ключевых секторов экономики. Центральным элементом проекта стало проведение масштабного опроса экспертов с использованием метода Дельфи. На его основе были выделены более 800 технологий в 10 перспективных направлениях научно-технологического развития, а затем осуществлен опрос 100 крупнейших компаний с целью анализа текущего и перспективного спроса на эти технологии.

На следующем этапе научно-технологического прогнозирования (2009–2010 гг.) был обобщен опыт зарубежных и международных прогнозов в социально-экономической и научно-технологической сферах, на базе которого выполнены оценки будущего глобальной экономики и отдельных крупных мировых рынков с учетом ожидаемых последствий финансово-экономического кризиса. Полученные результаты легли в основу макроэкономического прогноза российской экономики, а также вариантного прогноза технологического развития ряда секторов. Были определены группы перспективных технологий и продуктов, отвечающие приоритетам технологической модернизации страны.

В 2013 г. завершилась работа по формированию ПНТР, в рамках которой были получены следующие основные результаты:

- выделены тренды, оказывающие максимальное влияние на сферу науки и технологий, и порождаемые ими вызовы долгосрочного развития экономики, науки и общества в глобальном и национальном контекстах;
- для семи приоритетных направлений развития науки и технологий («Информационно-коммуникационные технологии»; «Биотехнологии»; «Медицина и здравоохранение»; «Новые материалы и нанотехнологии»; «Рациональное природопользование»; «Транспортные и космические системы»; «Энергоэффективность и энергосбережение»):
 - на основе выявленных трендов определены угрозы и окна возможностей для России;
 - идентифицированы перспективные рынки, продуктовые группы и потенциальные области спроса на российские инновационные технологии и разработки;
 - составлено детальное описание приоритетных тематических областей развития науки и технологий и сформулированы более тысячи первоочередных задач на

³ Данная проблематика находилась в центре внимания Экспертной группы № 5 «Переход от стимулирования инноваций к росту на их основе», созданной в соответствии с поручением Председателя Правительства Российской Федерации В.В. Путина № ВП – П13-209 от 19 января 2011 г. для подготовки рекомендаций по актуальным проблемам стратегии социально-экономического развития страны на период до 2020 г.



При формировании ПНТР был применен широкий спектр современных инструментов Форсайта, которые, с одной стороны, в наибольшей степени адаптированы к российской специфике, с другой – подтвердили свою эффективность в международной практике. В ходе разработки прогноза была реализована интеграция нормативного («market pull») и исследовательского («technology push») подходов к прогнозированию. Нормативный подход носил проблемно-ориентированный (рыночный) характер: для выбранных научно-технологических направлений сначала определялись ключевые вызовы и окна возможностей, затем – соответствующие решения в терминах «пакетов технологий» либо иных ответов. Исследовательский подход был нацелен на идентификацию перспективных продуктов и прорывных технологий, способных коренным образом изменить существующие экономическую, социальную и производственную парадигмы. Рекомендации ПНТР формировались одновременно с трех позиций: науки, бизнеса и органов управления, – что позволило в рамках диалога с различными группами бенефициаров не только выявить перспективные области исследований и разработок, но и понять, кто и каким образом сможет воспользоваться результатами их развития.

В качестве инструментов прогнозирования использовались как уже ставшие традиционными методы (выбор приоритетов, построение образов будущего, дорожные карты, анализ глобальных вызовов), так и достаточно новые подходы (сканирование горизонтов, «слабые сигналы» (weak signals), «джокеры» (wild cards)⁴ и др.).

Данные, полученные в ходе экспертного опроса и глубинных интервью, были уточнены в соответствии с материалами организаций – участников сети отраслевых центров прогнозирования научно-технологического развития на базе ведущих российских вузов по шести приоритетным направлениям.

Источники информации для подготовки прогноза

В основу исследования были положены более 200 материалов, среди которых:

- аналитические исследования и прогнозы международных организаций (ОЭСР, Европейской комиссии, ООН, ЮНИДО, Всемирного банка, Международного энергетического агентства и др.);
- национальные прогнозы науки и технологий (Великобритании, Германии, Франции, США, Японии, Республики Корея, Китая, Бразилии, ЮАР, Финляндии, Нидерландов, Тайваня и др.);
- прогнозы крупных корпораций (Shell, BP и др.), а также ряда международных профессиональных ассоциаций;
- материалы ведущих зарубежных Форсайт-центров (RAND Corporation, Института перспективных технологических исследований ЕС, Университета Манчестера, Национального института научно-технической политики Японии, Бизнес-школы Телфера Университета Оттавы, Корейского института оценивания и планирования науки и технологий, Технологического университета Джорджии, Института политики и менеджмента Китайской академии наук, Австрийского института технологий и др.);
- российские прогнозы в сфере науки и технологий, в том числе реализованные по заказам Минобрнауки России;
- документы стратегического характера, отражающие долгосрочные перспективы развития российской экономики и ее отдельных секторов (Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года, Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации

⁴ События, характеризующиеся низкой вероятностью наступления, но высоким потенциальным эффектом воздействия (возможно, негативным), способные привести к неожиданной траектории развития будущего.



на период до 2030 года, стратегии развития отраслей, программы инновационного развития компаний и др.);

- базы данных патентных служб (Роспатента, патентного ведомства США – USPTO, Европейского патентного ведомства – EPO, Всемирной организации интеллектуальной собственности – WIPO и др.);
- базы данных международных журналов (ISI Web of Knowledge компании Thomson Reuters, Scopus компании Elsevier, Российский индекс научного цитирования и др.).

Инфраструктура прогноза

В ходе реализации ПНТР на базе созданных в ведущих вузах отраслевых центров научно-технического прогнозирования была сформирована экспертная сеть, охватывающая более 200 организаций (научных центров, вузов, компаний реального сектора и др.) и свыше 2000 экспертов, выбор которых проводился на базе специально разработанных процедур и критериев. К экспертам предъявлялись жесткие квалификационные требования: наличие публикаций с высоким индексом цитирования, патентов, участие в крупных научных мероприятиях, известность в профессиональной среде и т.п. В качестве экспертов-практиков к разработке прогноза были привлечены представители инновационных компаний, инжиниринговых центров, маркетинговых организаций, организаций – потребителей и поставщиков (распространителей) инновационной продукции и др. Таким образом были сформированы рабочие группы экспертов высшего уровня по важнейшим направлениям развития науки и технологий (более 120 ведущих российских и зарубежных ученых) и расширенные рабочие группы, включающие представителей науки, государства, бизнеса, экспертного сообщества, общей численностью свыше 800 человек.

Среди иностранных специалистов, принимавших участие в подготовке прогноза, – представители международных организаций, крупных университетов и исследовательских центров, а также руководители научных лабораторий, организованных в рамках реализации грантов Правительства Российской Федерации, выделяемых на конкурсной основе для государственной поддержки научных исследований, проводимых в российских вузах и НИИ. Кроме того, была сформирована специальная группа зарубежных экспертов, задачами которой стали обсуждение методологии проводимых исследований и валидация полученных результатов. В ее состав вошли более 100 специалистов из ОЭСР, ЮНИДО, крупнейших мировых Форсайт-центров (из Великобритании, США, Канады, Японии, Республики Корея, Германии, Франции и др.).

Обсуждение и валидация результатов прогноза

Результаты прогноза обсуждались на международных и российских форумах с участием ведущих мировых ученых и специалистов, в числе которых:

- Future-oriented Technology Analysis (май 2011 г., Севилья);
- Foresight and Science, Technology and Innovation Policies: Best Practices (Форсайт и научно-техническая и инновационная политика: лучший опыт), (октябрь 2011 г., Москва);
- International Research Conference on Foresight and Futures (август 2011 г., Стамбул);
- Knowledge Intensive Service Businesses (октябрь 2011 г., Карлсруэ);
- Foresight for Science and Technology Development in Aircraft Engineering. International Methodology Workshop (декабрь 2011 г., Москва);
- XIII Апрельская международная научная конференция по проблемам развития экономики и общества (апрель 2012 г., Москва);
- Innovative Methods for Innovation Management (май 2012 г., Пекин);



- R&D Management Conference (май 2012 г., Гренобль);
- Bromley Memorial Lecture and Event on Science Technology Innovation Policy (май 2012 г., Оттава);
- 2012 STEPI International Symposium (май 2012 г., Сеул);
- OECD Innovation Policy Platform (июнь 2012 г., Париж);
- Седьмой Международный Аэрокосмический Конгресс IAC'20 (август 2012 г., Москва);
- Foresight for Innovative Responses to Grand Challenges (Форсайт: инновационные ответы на глобальные вызовы), (октябрь 2012 г., Москва);
- XIV Апрельская международная научная конференция по проблемам развития экономики и общества (апрель 2013 г., Москва);
- Creating Markets from Research Results (май 2013 г., Мюнхен);
- R&D Management (июнь 2013 г., Манчестер);
- Global Research and Social Innovation: Transforming Futures (21-я конференция Всемирной федерации исследований будущего), (июнь 2013 г., Бухарест);
- ISPIM 2013: Innovating in Global Markets: Challenges for Sustainable Growth (июнь 2013 г., Хельсинки);
- Долгосрочный прогноз научно-технологического развития России: направления практического использования результатов (сентябрь 2013 г., Москва);
- 7th ESPI Autumn Conference "Space in a Changing World" (сентябрь 2013 г., Вена);
- Форсайт и научно-техническая и инновационная политика (октябрь 2013 г., Москва);
- Оценка эффектов форсайт-исследований в России и Европейском Союзе (январь 2014 г., Москва) и др.

Использование результатов прогноза

ПНТР является важной составляющей системы технологического прогнозирования, ориентированной на обеспечение перспективных потребностей обрабатывающего сектора экономики, с учетом развития ключевых производственных технологий, созданной согласно Указу Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 596 «О долгосрочной государственной экономической политике» (абзац 2 подпункта «д» пункта 2). На состоявшемся 4 октября 2013 г. заседании Межведомственной комиссии, посвященном результатам ПНТР, был утвержден План мероприятий по обеспечению использования результатов долгосрочного Прогноза научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года при корректировке документов государственных программ Российской Федерации научно-технологической направленности, а также приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации. Данный план предполагает проведение серии организационно-методических, экспертно-аналитических и информационных мероприятий.

Отдельные результаты ПНТР были использованы при:

- разработке Прогноза долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года⁵;
- подготовке государственной программы «Развитие науки и технологий» на период до 2020 года⁶;
- корректировке прогнозных параметров «Энергетической стратегии России на период до 2030 года» до 2035 года и формировании целевого видения развития российской энергетики на период до 2050 года;
- подготовке проекта доклада Президенту Российской Федерации по вопросу формирования перечня приоритетных научных задач, решение которых требует использо-

⁵ Утвержден Правительством Российской Федерации 23 марта 2013 г. № ДМ-П13-1795.

⁶ Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 20 декабря 2012 г. № 2433-р.



вания возможностей федеральных центров коллективного пользования научным оборудованием⁷;

- проведении отраслевых Форсайтов и разработке соответствующих дорожных карт (развития космической навигации, авиационной науки и технологий, судостроения, нефтепереработки и нефтехимии, биотехнологий и генной инженерии, производства композиционных материалов, ИКТ и массовых коммуникаций, энергоэффективности, фотоники, водопользования и др.);
- формировании программ развития инновационных территориальных кластеров, стратегических программ исследований технологических платформ, программ инновационного развития ряда российских компаний.

Результаты ПНТР могут быть использованы:

- заинтересованными федеральными органами исполнительной власти – при формировании, корректировке и реализации государственных программ Российской Федерации; федеральных целевых программ научно-технологической направленности, включая планы и детальные планы-графики их реализации; приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации; перечня критических технологий Российской Федерации; отраслевых документов государственного стратегического планирования, включая отраслевые критические технологии;
- государственными корпорациями научно-технологического профиля, имеющими длительный горизонт планирования (ОАО «ОАК», «Ростех», «Росатом» и др.), – для формирования программ инновационного развития; институтами Российской академии наук – для формирования планов исследований;
- научным сообществом – для определения востребованных направлений научных исследований, а также продвижения имеющихся научно-технологических решений через создаваемые в рамках долгосрочного прогноза коммуникационные площадки;
- бизнес-сообществом – для формирования стратегий развития предприятий и инвестиционных проектов, связанных с технологической модернизацией;
- технологическими платформами – при формировании, корректировке и реализации стратегических программ исследований;
- институтами развития, ориентированными на поддержку инноваций (Банк развития и внешнеэкономической деятельности, ОАО «Российская венчурная компания», ОАО «РОСНАНО»), – для формирования долгосрочных планов;
- инновационными территориальными кластерами – при формировании, корректировке и реализации стратегий средне- и долгосрочного развития.

Согласно федеральному закону от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» Прогноз должен разрабатываться на регулярной основе с целью формирования системы научно обоснованных представлений о направлениях и ожидаемых результатах научно-технологического развития страны во взаимосвязке с другими документами государственного стратегического планирования.

* * *

В настоящем издании, посвященном приоритетному направлению развития науки и технологий «Транспортные и космические системы», приводится детальная информация о глобальных трендах, вызовах и окнах возможностей в рассматриваемой сфере, возникающих угрозах и степени их влияния на Россию. Представлен анализ важнейших перспективных рыночных ниш, продуктов и услуг, способных оказать радикальное влияние на динамику мировых и внутренних рынков, с указанием их потребительских свойств. Рассмотрены перспективные области научных исследований, приведена сравнительная оценка их уровня в России и странах-лидерах.

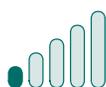
⁷ Письмо Минобрнауки России № МОН-П-119 от 17 января 2014 г.

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.



1 ВЫЗОВЫ И ОКНА ВОЗМОЖНОСТЕЙ

Развитие транспортных систем в период до 2030 г. будет характеризоваться весьма специфичным сочетанием глобального и национального контекстов. Ключевые позиции национального контекста включают обеспечение транспортной связанности, единства всей российской территории, а также кардинальное повышение уровня мобильности населения [Послание Президента Российской Федерации Федеральному Собранию, 2012]. Данные политические установки Президента Российской Федерации отражают крайне тяжелые вызовы, стоящие перед отечественной транспортной системой и связанные не только с научно-техническим, но с социально-экономическим развитием страны. Значительная часть территории России, включая места традиционного расселения ее жителей, не прошла еще стадию пионерного дорожного освоения. Транспортная мобильность населения России составляет порядка 7 тыс. пассажиро-километров в год, что в 3–4 раза ниже мирового уровня; не менее 30% населения страны относятся к кластеру «архаической мобильности», фиксируемому на отметке 2–3 тыс. пассажиро-километров в год.

Глобальный контекст характеризуется рядом новых трендов, задаваемых не только традиционными (США, Канада, Япония, ЕС), но и новыми (Китай) странами-лидерами. В области массовых пассажирских перевозок речь идет прежде всего о принципиальных прорывах в сфере региональной авиации и высокоскоростного железнодорожного сообщения, обеспечивающих зримый эффект «сжатия пространства», т.е. субъективного (с позиции потребителя транспортных услуг) сокращения расстояний между городами и регионами.

В сегменте перевозок энергетических грузов следует выделить четко обозначившуюся тенденцию использования крупнотоннажных (250 тыс. м³ и более) СПГ-танкеров с двигателями, работающими на газе из кипящего слоя.

В сфере грузовых перевозок для нужд домохозяйств все более реальными становятся перспективы массового использования беспилотных летательных аппаратов для доставки обширной номенклатуры грузов, заказываемых в торговых IT-системах.

Можно уверенно говорить о становлении в период до 2030 г. нового сегмента частного транспортного бизнеса, ориентированного на освоение ближнего космоса.

В сегменте транспортного самообслуживания домохозяйств уже обозначился первый с момента появления в 1908 г. массового легкового автомобиля масштабный институциональный сдвиг в городской и агломерационной мобильности. Сегодня наблюдаются не только «слабые сигналы», но и вполне явные признаки завершения эпохи доминирования автомобильного транспорта в мировых мегаполисах. На смену идеологии “car-dependent mobility” приходит концепт “sustainable mobility”, предполагающий построение сбалансированных мультимодальных транспортных систем.

Одной из характерных институциональных инноваций в таких системах становится практика “car sharing”, подразумевающая клубное (кооперированное, поочередное) использование автомобилей по аналогии с тележками в супермаркете. При этом планируется использовать как традиционные автомобили малой вместимости, так и экзотические на се-



годняшний день конструкции, вплоть до складных/раскладных электрокаров. За последние 20 лет “car sharing” превратился в распространенный коммерческий формат, который имеет шансы стать массовым.

Для всех отмеченных трендов характерна конвергенция инноваций в сфере технологий (материалов, механизмов энергосбережения, систем управления), а также институций и бизнес-моделей. Все большее распространение получает идеология комплексного мультимодального транспортного планирования (comprehensive multimodal transportation planning), применяемая на глобальном, национальном, региональном и агломерационном уровнях. В рамках этой идеологии формируется соответствующая нормативная правовая база, складываются реальные практики и научные школы.

Есть основания полагать, что Россия способна решать задачи в сфере транспортных и космических систем, исходя из реалий национального контекста и одновременно следуя в русле глобальных тенденций. Разумеется, решение этих задач связано с проведением широкого спектра научных исследований по всем сегментам транспортного комплекса, включая авиацию и космос. При этом научные исследования и разработки в области технологий, материалов, топлив, систем управления должны быть увязаны с исследованиями в сфере институциональной проблематики, транспортного планирования, механизмов финансирования инфраструктурных проектов.

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

В рамках формирования ПНТР были выделены вызовы и окна возможностей, определяющие основные векторы развития приоритетного направления «Транспортные и космические системы» (рис. 2).

Ускоренному развитию транспортных систем будет способствовать появление новых материалов (в том числе композиционных и наноструктурированных), микроэлектромеханических приборов, цифровой электроники и систем спутниковой навигации. Эти инновационные разработки позволят оптимизировать конструкции транспортных средств: повысить их экономичность, уменьшить массу, увеличить срок эксплуатации, облегчить управление, создать более комфортные условия для пассажиров.

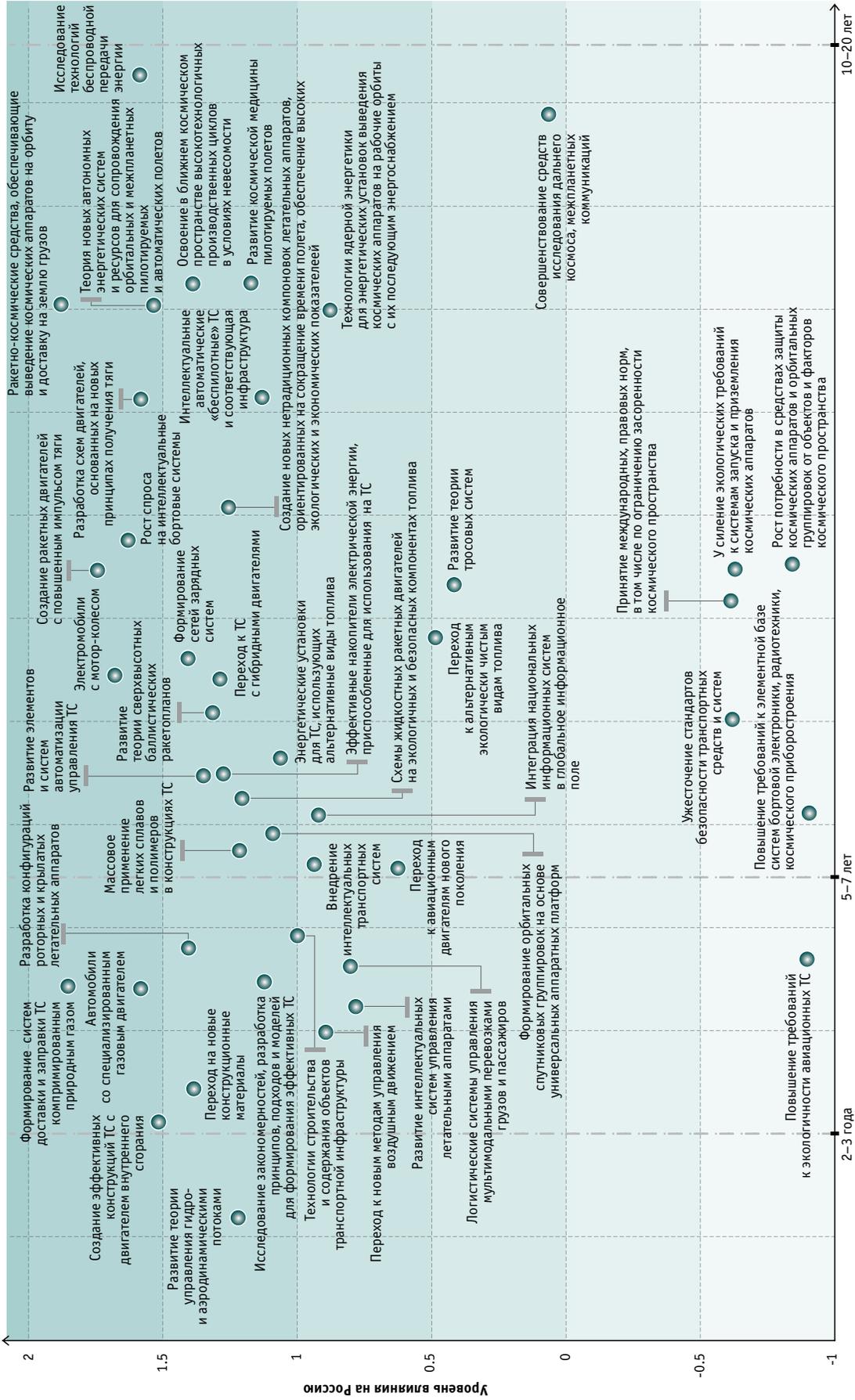
Постоянное повышение экологических требований диктует необходимость непрерывного совершенствования авиационных транспортных систем, в первую очередь двигательных установок. Переход на авиационные двигатели нового поколения позволит, во-первых, интенсифицировать эксплуатацию воздушных судов, во-вторых – значительно снизить выброс парниковых газов в атмосферу. Кардинальное повышение эффективности авиационных двигателей возможно только путем разработки схем двигателей на новых принципах получения тяги.

Новые возможности развития космических систем открывает разработка инновационного класса двигателей, в том числе *жидкостных ракетных двигателей на экологических и безопасных компонентах топлива*, а также *ракетных двигателей с повышенным импульсом тяги*. Средства увеличенной грузоподъемности позволят вывести на орбиту не только новые спутники тяжелого класса, но и целый ряд космических аппаратов, тем самым снизив затраты на подготовку запусков.

Рост потребностей в средствах защиты космических аппаратов и орбитальных группировок от объектов и факторов космического пространства обусловит создание системы наблюдения за околоземным пространством и технологий утилизации космического мусора.



Рис. 2. Транспортные и космические системы: вызовы и окна возможностей



Источник: НИУ ВШЭ.



Серьезный импульс рассматриваемому направлению придаст использование *альтернативных видов топлива*. Наибольшие перспективы в области создания эффективных энергетических установок для транспортных средств связаны с топливными элементами, использующими водород или природный газ. В частности, экономически эффективным и экологически ориентированным технологическим решением станет внедрение *воздушных судов и автомобилей со специализированным газовым двигателем*. Переход к *гибридным установкам* приведет к снижению потребления топлива, сформирует рынок электродвигателей большой мощности и сверхъемких аккумуляторов, изменит систему сервисного обслуживания. Также будет востребовано синтетическое топливо, получаемое из возобновляемого сырья.

Наконец, в сфере транспортной инфраструктуры *внедрение интеллектуальных транспортных систем* должно способствовать значительному повышению пропускной способности существующих дорог и снижению числа дорожно-транспортных происшествий.

Экспертами отмечены следующие **угрозы для России** в рассматриваемой сфере:

- **космические системы:**
 - малые сроки активного существования космических аппаратов;
 - отставание развития орбитальной группировки;
 - недостаточное количество доступных для использования модулей Международной космической станции;
 - неблагоприятные географические аспекты размещения космодромов (стартовых площадок), требующие разработки ракетных систем с повышенными рабочими характеристиками для гарантированного выхода в космос с территории страны;
 - удаленность производственных предприятий от стартовых комплексов, специальные требования к транспортным процессам;
 - ограничения на экспорт космической техники и специальной электронной компонентной базы из развитых стран;
 - использование в космических транспортных средствах токсичных компонентов топлива, применение которых может быть запрещено международными соглашениями;
 - специальные требования к количеству и качеству компонентов систем мониторинга и телекоммуникаций в связи с необходимостью покрытия большой площади страны;
 - технологическое отставание научно-экспериментального и промышленного комплекса ракетно-космического производства;
 - техническое отставание наземной инфраструктуры потребления космических услуг и неразвитость сопутствующих секторов приборостроения;
 - дефицит квалифицированных кадров;
- **авиационные транспортные системы:**
 - дефицит квалифицированных кадров;
 - технологическая отсталость и высокая степень износа отечественной сети аэродромов;
 - слабая интегрированность в современные международные логистические цепи;
 - дефицит квалифицированных кадров в сфере авиастроения и эксплуатации авиационной техники;
 - наличие специальных климатических требований к самолетам и наземной инфраструктуре;
 - несоответствие гражданской авиационной техники международным экологическим стандартам и соглашениям по безопасности и шумозащищенности;
- **автомобильные транспортные системы:**
 - недостаточный уровень развития транспортной инфраструктуры, в том числе в городских агломерациях;



- необходимость системных решений для развития транспортной инфраструктуры;
- отставание в развитии высокоскоростных и интеллектуальных транспортных систем;
- рост негативного воздействия транспорта на окружающую среду;
- слабая развитость национальных телекоммуникационных и навигационных систем;
- *водные транспортные системы:*
 - технологическая отсталость судостроительных компаний;
 - заметное преобладание военных заказов над гражданскими при диаметрально противоположной ситуации на мировом рынке;
 - горизонтальная интеграция отрасли в условиях преобладания в мире вертикальной интеграции;
 - низкий уровень развития технологий транспортировки спецгрузов (сжиженного природного газа, опасных, нестабильных, активных веществ и др.);
 - длительные сроки ремонта и сервисного обслуживания транспортных средств;
 - неблагоприятные климатические условия, не допускающие круглогодичной загрузки верфей и обуславливающие высокие энергозатраты;
 - высокая стоимость прототипирования при разработке транспортных средств;
 - слабая развитость логистических технологий, приводящая к возникновению барьеров и разрывов в транспортных цепочках.



ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РЫНКИ, ПРОДУКТЫ И УСЛУГИ

Развитие перспективных рынков и инновационных продуктов в рассматриваемой сфере будет связано с прогрессом технологий и материалов для транспортного машиностроения и строительства, совершенствованием транспортно-логистической системы грузовых и пассажирских перевозок, космических систем.

Перспективные рынки для приоритетного направления «Транспортные и космические системы»:

- моделирование, прогнозирование и планирование развития транспортных систем на основе транспортно-экономического баланса;
- интеллектуальные транспортные системы и новые системы управления;
- мультимодальные транспортно-логистические системы;
- комплексное моделирование транспортных потоков;
- системы повышения экологичности и энергоэффективности транспортных средств;
- системы обеспечения безопасности на транспорте;
- инновационные материалы и технологии для создания объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств;
- системы скоростного и высокоскоростного движения;
- перспективные транспортные средства и системы;
- космические системы и услуги.

По экспертным оценкам, в среднесрочном периоде среди наиболее быстрорастущих рынков окажутся 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 пассажирских перевозок; новые материалы и технологии для транспортного строительства; перспективные транспортные средства и системы; космические услуги.

В табл. 1 представлены инновационные продукты и услуги для перечисленных выше перспективных рынков. На рис. 3 приведены примеры инновационных продуктов и услуг, способных оказать радикальное влияние на мировые рынки в долгосрочной перспективе.

Новые технические средства и *системы автоматизированного контроля состояния транспортных средств и объектов инфраструктуры*, управления их содержанием и ремонтом обеспечат формирование интегральных аналитических оценок уровня технологической безопасности и создание единой многоуровневой системы управления транспортными системами. Благодаря оптимизации графиков ремонтов и реконструкции объектов инфраструктуры станет возможным снижение рисков эксплуатации транспортных систем без заметного ухудшения режима движения транспортных потоков. Внедрение новых про-



Табл. 1. Перспективные рынки и продуктовые группы приоритетного направления «Транспортные и космические системы»

Рынки	Группы инновационных продуктов и услуг	Характеристика
Моделирование, прогнозирование и планирование развития транспортных систем на основе транспортно-экономического баланса	Транспортно-экономические балансы регионального и федерального уровней Регламенты, методики и системы статистического наблюдения для построения транспортно-экономических балансов Модели транспортных систем регионального, муниципального и федерального уровней на основе транспортно-экономического баланса Комплексная система моделирования и планирования развития транспортной системы страны	Возможность научно обоснованного планирования сбалансированного развития транспортной инфраструктуры и формирования единого транспортного пространства Повышение качества оценки транспортной доступности территорий и прогноз направлений и объемов перевозок Полнота статистики, высокая адекватность моделей и точность алгоритмов прогнозирования Возможность получения необходимой информации из минимального количества источников с наименьшими временными и трудовыми затратами Возможность построения математических моделей транспортно-экономического баланса разных уровней агрегации, описывающих внутрирегиональные, межрегиональные, внешнеторговые и транзитные транспортно-экономические связи Охват территории страны или основных транспортных направлений
Интеллектуальные транспортные системы и новые системы управления	Интеллектуальные транспортные системы городских агломераций Интеллектуальные транспортные системы транзитных транспортных коридоров и федеральных трасс Интеллектуальные транспортные системы автоматизированного и автоматического управления транспортными средствами, в том числе беспилотными, а также их группами Методы и модели ситуационного и адаптивного управления в интеллектуальных транспортных системах Методы и модели управления спросом на движение в интеллектуальных транспортных системах Новые системы управления на железнодорожном, автомобильном, воздушном, морском, внутреннем водном транспорте	Высокая эффективность управления транспортом Повышение безопасности, коммерческой скорости и предсказуемости перевозок по транспортным коридорам Индивидуальное автоматизированное управление транспортными системами, повышение безопасности движения, уменьшение влияния поведения водителей на возникновение заторов и ситуаций, препятствующих эффективному движению Высокая эффективность управления потоками на участках транспортной сети, автоматический режим управления без участия диспетчера Возможность предотвращения заторов при помощи информирования участников движения, заблаговременного перенаправления транспортных потоков, изменения модальности поездок Оптимизация перевозочного процесса, повышение энергоэффективности и безопасности Повышение емкости воздушных коридоров и безопасности движения, сокращение непроизводительных потерь



(продолжение)

Рынки	Группы инновационных продуктов и услуг	Характеристика
Мультимодальные транспортно-логистические системы	<p>Высокоэффективные транспортно-логистические технологии</p> <p>Технические модели и технологические системы организации транспортно-логистических процессов</p> <p>Системы транспортной логистики высокого уровня</p>	<p>Высокая коммерческая скорость, обеспечение доставки товаров точно в срок, синхронизированное управление транспортно-логистическими процессами в цепях поставок</p> <p>Технологическая совместимость операций мультимодальных транспортно-логистических процессов, унификация перевозочных документов</p>
Комплексное моделирование транспортных потоков	<p>Экономические модели рынка конкурентоспособных транспортных услуг</p> <p>Модели социальных транспортных стандартов</p> <p>Модели жизненного цикла транспортных услуг</p> <p>Система мониторинга и управления качеством транспортных услуг</p>	<p>Повышение эффективности государственного регулирования рынка перевозок</p> <p>Определение минимального гарантируемого государством уровня (параметров) доступности и качества транспортных услуг для населения</p> <p>Установление правил рынка, мотивирующих повышение доступности и качества транспортно-логистических услуг в условиях недискриминационного доступа к коммерческой деятельности</p> <p>Статистическое наблюдение параметров качества услуг, составление соответствующих аналитических отчетов, выработка обоснованных рекомендаций по развитию механизмов государственного регулирования качества транспортных услуг</p>
Системы повышения экологичности и энергоэффективности транспортных средств	<p>Системы мониторинга негативного воздействия транспорта на окружающую среду</p> <p>Средства и системы снижения негативного воздействия на окружающую среду на железнодорожном, воздушном, морском, внутреннем водном, автомобильном транспорте, а также в дорожном хозяйстве</p> <p>Средства и системы повышения энергоэффективности на железнодорожном, воздушном, морском, внутреннем водном, автомобильном транспорте, а также в дорожном хозяйстве</p>	<p>Оценка экологической ситуации в городских агломерациях, в том числе влияния вредных выбросов транспорта и его шумового воздействия</p> <p>Усиление внимания к экологическим факторам развития транспорта, создание предпосылок для перехода к «зеленому» росту</p> <p>Снижение негативного воздействия на окружающую среду</p> <p>Выполнение норм ИКАО, расширение географии авиаперевозок за счет выхода отечественной техники на рынки развитых стран</p> <p>Стимулирование развития сферы туризма и отдыха</p> <p>Сохранение биоресурсов</p>
Системы обеспечения безопасности на транспорте	<p>Системы мониторинга, контроля и надзора за обеспечением безопасности на транспорте</p> <p>Средства и системы повышения безопасности на железнодорожном, воздушном, морском, внутреннем водном, автомобильном транспорте, а также в дорожном хозяйстве</p>	<p>Рост объемов перевозок, увеличение загрузки существующей транспортной сети и обусловленный этими факторами рост значимости развития нормативной правовой базы в области транспортной безопасности</p> <p>Соответствие постоянно ужесточаемым нормам и правилам обеспечения безопасности</p>



(продолжение)

Рынки	Группы инновационных продуктов и услуг	Характеристика
Инновационные материалы и технологии для создания объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств	<p>Новые материалы для повышения эффективности, снижения веса и prolongation срока службы транспортных средств и объектов инфраструктуры</p> <p>Новые технические средства и автоматизированные системы контроля состояния транспортных средств и объектов инфраструктуры, управления их содержанием и ремонтом</p> <p>Новые материалы и технологии для создания космических систем</p>	<p>Снижение расходов на строительство и реконструкцию объектов транспортной инфраструктуры</p> <p>Возможность формирования транспортной инфраструктуры на ранее недоступных территориях, в том числе в районах Крайнего Севера</p> <p>Снижение рисков при эксплуатации объектов транспортной инфраструктуры и транспортных систем в целом</p> <p>Снижение эксплуатационных расходов за счет оптимизации графиков ремонтов и реконструкции объектов транспортной инфраструктуры</p>
Системы скоростного и высокоскоростного движения	Транспортные средства и системы нового поколения на железнодорожном, автомобильном, водном и воздушном транспорте	<p>Повышение эффективных скоростей движения, расширение границ режима экономической эксплуатации транспортных средств</p> <p>Рост мобильности населения, субъективное сокращение расстояний</p> <p>Снижение плотности населения в мегаполисах за счет повышения комфортности маятниковой миграции</p> <p>Стимулирование туризма и отдыха, расширение масштабов рекреационной активности населения</p> <p>Возможность перераспределения транспортных потоков на региональном и федеральном уровнях</p> <p>Повышение пропускной способности водных маршрутов</p>
Перспективные транспортные средства и системы	<p>Новые типы двигателей, в том числе электрических</p> <p>Композиционные и полимерные материалы с улучшенными потребительскими характеристиками</p> <p>Система обслуживания транспортных средств, использующих альтернативные виды топлива</p> <p>Разработка решений по встраиванию новых видов транспортных средств в действующую транспортную и энергетическую инфраструктуру</p>	<p>Повышение объемов перевозки и скоростей движения на всех видах транспорта</p> <p>Рост энергоэффективности, комфортабельности и безопасности транспортных средств</p> <p>Снижение негативного воздействия на окружающую среду и объекты транспортной инфраструктуры</p> <p>Уменьшение эксплуатационных расходов</p> <p>Возможность навигации в сложной ледовой обстановке</p> <p>Новые возможности для добычи полезных ископаемых на шельфе при снижении негативного воздействия на окружающую среду</p>

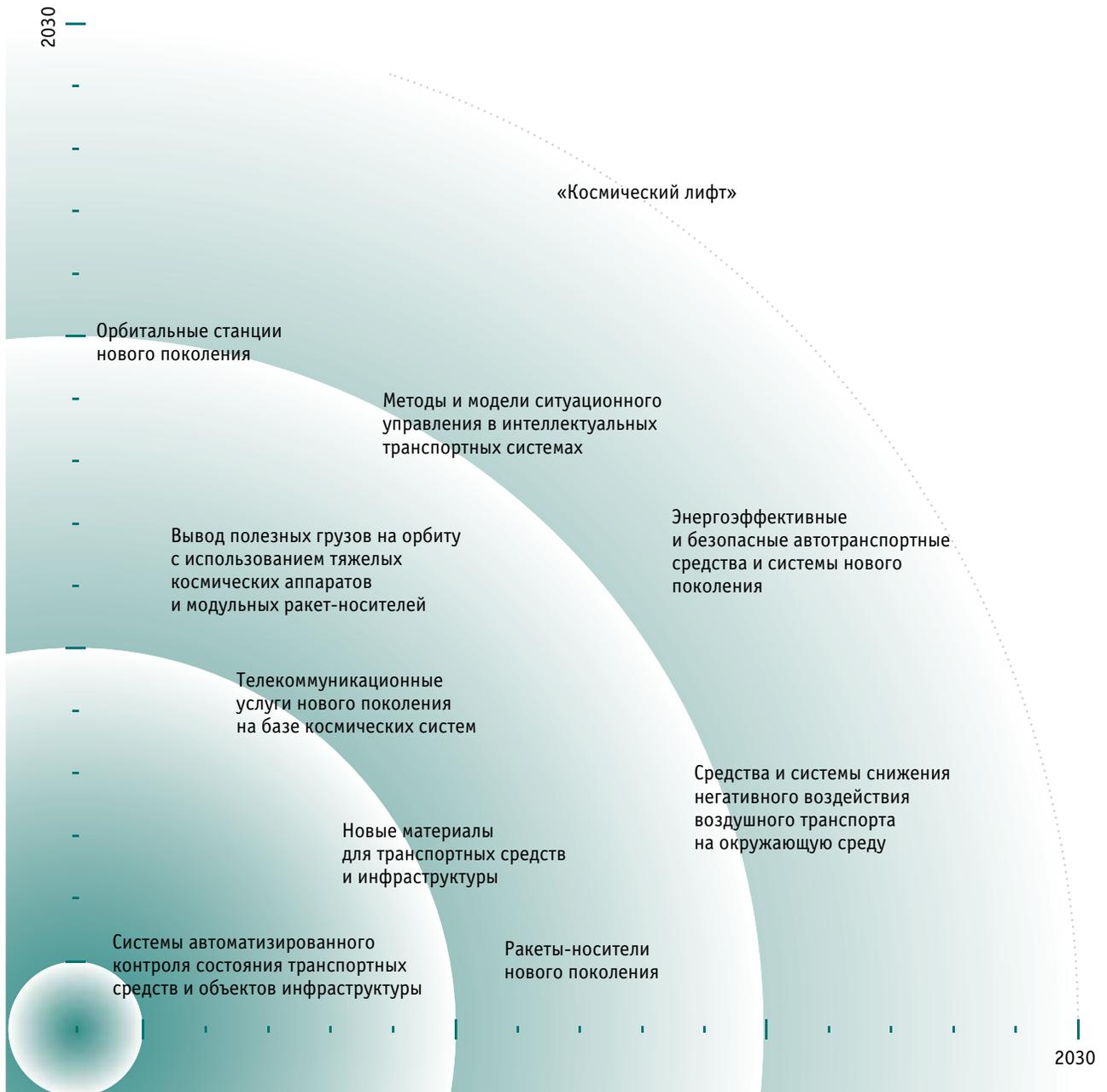


(окончание)

Рынки	Группы инновационных продуктов и услуг	Характеристика
Космические системы	Космические аппараты, ракеты-носители, стартовые комплексы, орбитальные станции и электростанции нового поколения	<p>Повышение сроков активного существования космических аппаратов</p> <p>Улучшение эксплуатационных характеристик и рост энерговооруженности космических аппаратов при снижении удельных затрат на их обслуживание</p> <p>Рост энергоэффективности и безопасности ракетных стартов и вывода на орбиту</p> <p>Снижение негативного воздействия на окружающую среду, в том числе при нештатном срабатывании</p> <p>Рост энергоэффективности, комфортабельности и безопасности эксплуатации летательных аппаратов</p> <p>Снижение рисков внешних космогенных воздействий, угрожающих безопасности жизни на Земле</p> <p>Возможность освоения дальнего космоса</p> <p>Повышение объемов производства специальных материалов и проведения экспериментов в условиях невесомости и космического пространства</p> <p>Повышение объемов генерации экологически чистой энергии без использования ископаемого или альтернативного топлива</p>
Космические услуги	<p>Телекоммуникационные услуги</p> <p>Глобальная навигация и позиционирование</p> <p>Космический мониторинг</p> <p>Вывод полезных грузов на орбиту</p> <p>Дистанционное зондирование Земли</p> <p>Космический туризм</p>	<p>Повышение объемов, энергоэффективности и безопасности передачи данных и мультимедийного контента</p> <p>Повышение объемов передачи данных между спутниками за счет перехода к частоте передачи до 100 ГГц</p> <p>Изменение глобального медиарынка, базирующееся на новых форматах предоставления контента, в том числе персонализированном</p> <p>Рост энергоэффективности, комфортабельности и безопасности пассажирских и грузовых перевозок</p> <p>Точность и оперативность сбора данных на локальных и глобальных территориях</p> <p>Снижение негативного воздействия на окружающую среду</p> <p>Активный рост спроса на широкий спектр устройств со спутниковым интерфейсом</p>



Рис. 3. Инновационные продукты и услуги, оказывающие радикальное влияние на динамику мировых рынков в приоритетном направлении «Транспортные и космические системы»



дуктов поможет повысить уровень безопасности на транспорте, оптимизировать дорожный трафик и снизить степень износа основных фондов. Конкурентным преимуществом российских разработчиков и производителей может стать знание особенностей эксплуатации транспортных систем и объектов инфраструктуры в сложных климатических и геологических условиях, включая арктическую и субарктическую зоны.

В долгосрочной перспективе ожидается динамичное развитие рынка услуг, связанных с *методами и моделями ситуационного управления в интеллектуальных транспортных системах* в городских агломерациях. Внедрение таких услуг позволит повысить безопас-



ность, коммерческую скорость и предсказуемость перевозок, а также пропускную способность транспортной системы на 15–20% без привлечения капитальных вложений в строительство и реконструкцию объектов инфраструктуры.

Прогресс в области *новых материалов для транспортных средств и инфраструктуры* невозможен без технологических прорывов в сфере материаловедения. Особое внимание будет уделено разработке композиционных материалов, металлических сплавов и металлокерамики с нанодобавками, нанопокрывтий деталей, работающих в агрессивных средах, металлополимерных и полимерных композиционных материалов, углепластиков, обладающих повышенной прочностью, тепло- и ударостойкостью, а также новых типов синтетических горюче-смазочных материалов. Применение инновационных конструкционных материалов для подвижного состава перспективных видов рельсового, автомобильного и водного транспорта даст возможность сократить расход топлива на 20%, повысить безопасность использования конструкций и сооружений в течение проектного срока службы и увеличить период их эксплуатации, почти вдвое уменьшить загрязнение окружающей среды.

Создание *эффективных и безопасных автотранспортных средств и систем нового поколения* отвечает современным тенденциям развития этой области, заключающимся в повышении энергоэффективности, комфортабельности и безопасности. В краткосрочной перспективе появятся транспортные средства, полностью лишенные традиционного двигателя внутреннего сгорания, – электромобили, оснащенные накопителем электрической энергии большой мощности, в том числе со вспомогательным электрогенератором, или электромобили на топливных элементах. Ожидается, что данная продуктовая группа достигнет высоких конкурентных позиций на рынке к 2022–2025 гг. К этому времени будут созданы условия для развития распределенной электрогенерации на основе возобновляемых источников энергии и «умных» сетей. Электромобили смогут использоваться в качестве распределенных средств аккумулирования электроэнергии, покрывать пики электрических нагрузок, резервировать мощность и улучшать качество электроэнергии. Возможен переход и к другим источникам энергии (например, биотопливу или водороду), что повлечет за собой рост конкурентоспособности возобновляемой энергетики и будет способствовать экономии невозобновляемых ресурсов ископаемых топлив. Изменится и структура ресурсной базы автомобильной промышленности: снизится потребность в черном металле, возрастет спрос на полимерные материалы и алюминиевые сплавы.

Быстрыми темпами будет осуществляться разработка *средств и систем снижения негативного воздействия воздушного транспорта на окружающую среду*, направленных в первую очередь на сокращение эмиссии вредных веществ. Помимо этого, новые продукты позволят снизить расход топлива на пассажирские перевозки, уровень шума, повысить безопасность полетов. К 2030 г. прогнозируется выход на авиационный рынок летательных аппаратов с улучшенными основными характеристиками: аварийность будет снижена в 8.5 раза по сравнению с соответствующим показателем 2010 г., расход топлива и эмиссия CO₂ – на 45%, выбросы NO_x – на 65% относительно норм ИКАО 2008 г., уровень шума – на 15 EPN дБ относительно Главы 4 норм ИКАО. В период до 2020 г. появятся продукты, полностью удовлетворяющие перспективным нормам ИКАО, предполагающим ужесточение требований к экологическим показателям воздушного транспорта.

Ракеты-носители нового поколения с широким использованием новых полимерных композиционных материалов (доля композитов на 20% выше, чем в ракете «Протон-М») будут обладать характеристиками, превосходящими параметры существующих аналогов приблизительно вдвое. Отличительной особенностью таких ракет-носителей является принцип модульности. Подобная концепция построения способствует упрощению доставки готового изделия к месту старта железнодорожным транспортом, а также позволяет создать целое семейство ракет-носителей – от легкого класса (на базе одного модуля первой ступени) с массой полезной нагрузки 1.5 т на низкой околоземной орбите до сверхтяжелого (50 т).



С внедрением таких систем станет возможным вывод полезной нагрузки массой свыше 50 т на орбиту высотой 200 км, что расширит возможности решения перспективных космических задач (космический туризм, запуск космических аппаратов к Луне или ближайшим планетам Солнечной системы, а в перспективе – их адаптация к освоению дальнего космоса). Ожидаемая выгода связана с эффектом масштаба: модульные системы позволят перейти от современного мелкосерийного или даже штучного производства ракетных модулей к среднесерийному выпуску.

В сфере услуг *вывода полезных грузов на орбиту* будет развиваться транспортировка космических аппаратов большой массы, повысятся объемы выведения полезных грузов и космических аппаратов посредством использования более легких материалов и интегральных систем в сочетании со снижением негативного воздействия на окружающую среду.

Развитие *телекоммуникационных услуг нового поколения на базе космических систем* имеет особое значение для нашей страны с ее колоссальной территорией. В данной области разработка новых космических средств и инфраструктуры направлена на оказание потребителям доступных и качественных коммуникационных услуг за счет увеличения скоростей передачи данных, более высокой точности позиционирования и возможности использования в труднодоступной местности. В перспективе системы спутниковой связи и ретрансляции телевизионных сигналов окажутся востребованными на всей территории России. Развитие этого направления обеспечит повышение объемов передачи данных и мультимедийного контента, в том числе между спутниками, путем перехода к частоте передачи до 100 ГГц.

В качестве прорывного инновационного направления рассматривается создание *орбитальных станций нового поколения*, с появлением которых станет возможным изготовление в условиях космического пространства специальных материалов, микросхем и наноустройств в промышленных масштабах. Ожидается развитие космической (орбитальной) группировки, в том числе за счет создания новых космических аппаратов и совершенствования уже эксплуатируемых ракет и станций; расширение наземной инфраструктуры, включая создание новых и совершенствование существующих космодромов, центров управления и связи. Орбитальные станции нового поколения будут обладать более высоким уровнем энергоэффективности, комфортабельности и безопасности. Кроме того, будут разработаны принципы функционирования орбитальных «заводов» и автоматизированных исследовательских комплексов; созданы основы построения робототехнических средств для выполнения орбитальных операций и технического обслуживания в автоматическом и адаптивном режимах, предусматривающие безлюдные технологии стыковки и соединения модулей многофункционального орбитального комплекса.

Создание тросовых систем, включая разработку *«космического лифта»*, позволит изменять орбиты космических аппаратов, перемещать грузы между орбитальными станциями, осуществлять запуски малых космических аппаратов и доставку полезных грузов на орбиту, что для традиционной ракетной техники не представляется реальным либо сопряжено со значительными затратами.

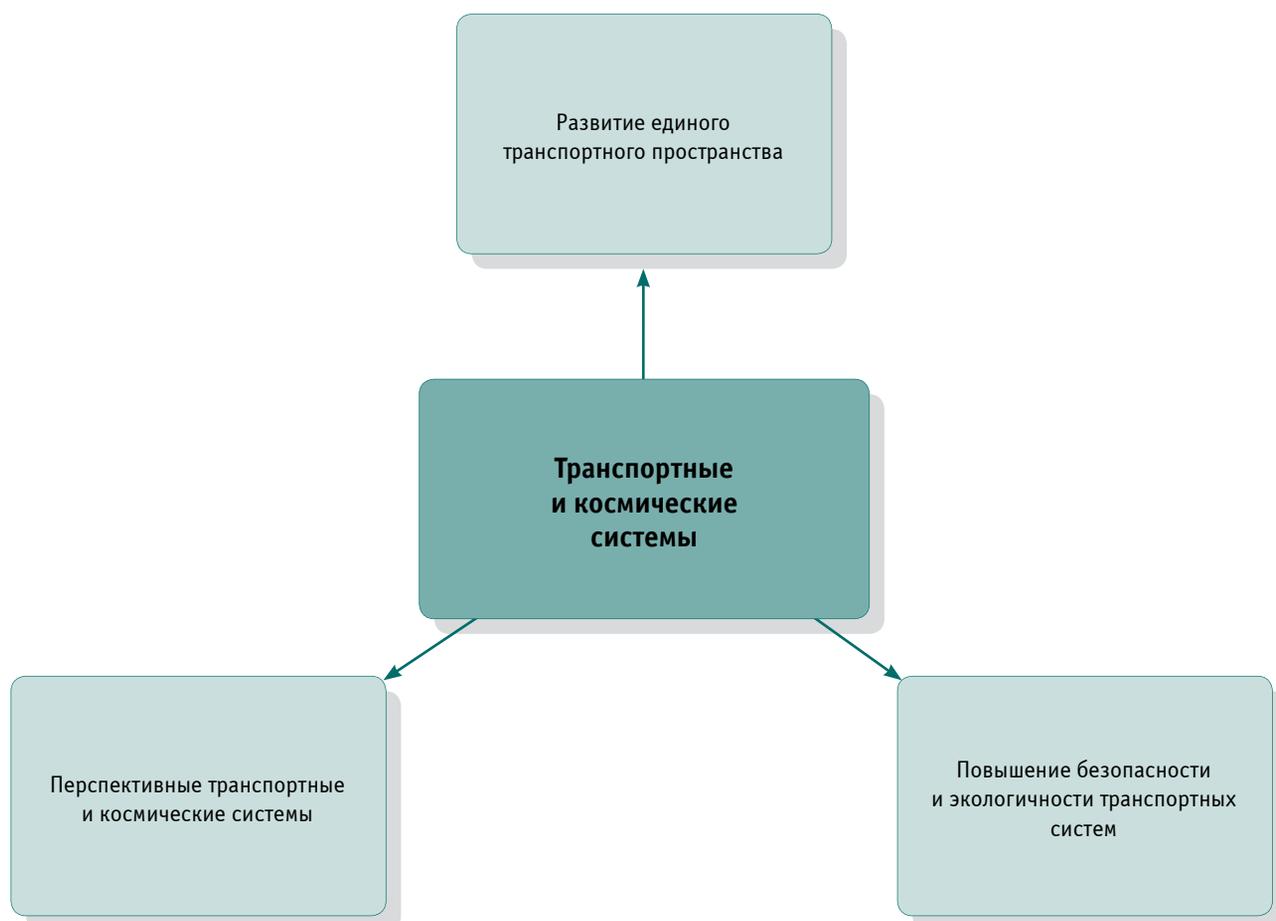
Исследования в указанных областях проводятся в целом ряде ведущих отечественных и зарубежных научно-исследовательских центров, компетенции которых были проанализированы в ходе подготовки прогноза. Организации-лидеры – как правило, крупные космические, авиационные и автомобильные концерны – сосредоточены в США, странах ЕС (в первую очередь Франции и Германии), Канаде и Японии. В области космических систем российские разработки не уступают по уровню зарубежным, по другим направлениям наблюдается отставание от лидеров.

3 ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для появления в России описанных выше инновационных продуктов и технологий потребуется развитие научных исследований в трех крупных тематических областях (рис. 4).

К числу наиболее конкурентоспособных направлений отечественной прикладной науки в рассматриваемой сфере относятся разработка исследовательских моделей для изучения транспортной ситуации в арктической и субарктической зонах; создание воздушно-космических летательных аппаратов для запуска суборбитальных малоразмерных космических

Рис. 4. Тематические области приоритетного направления «Транспортные и космические системы»





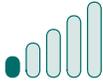
спутников и ряд других областей, связанных с ракетами и космическими аппаратами нового поколения, новыми транспортными средствами и системами на морском и воздушном транспорте. Тем не менее, эти направления далеко не исчерпывают комплекс приоритетов научно-технологического развития, отвечающих перспективам динамики глобальных рынков.

3.1. 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 инфраструктуры и создание единого транспортного пространства страны;
- система имитационного моделирования потоков на сети транспортных коммуникаций, использующая данные транспортно-экономического баланса;
- единая интегрированная система стратегического управления развитием 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, а также при эксплуатации и реконструкции соответствующих объектов инфраструктуры.

Табл. 2. Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Развитие единого транспортного пространства»

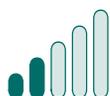
Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
<p>Исследовательские модели элементов транспортно-экономического баланса, конфигурирования транспортных сетей и потоков и интеллектуального управления ими, минимальных социальных транспортных стандартов</p>		<p>Формирование математических моделей 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 и достоверности 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>



(продолжение)

Области задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка методов моделирования транспортных потоков на основе данных транспортно-экономического баланса в условиях большой размерности задач, а также приемов 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> <p>Разработка методов интеграции взаимосвязанных моделей в единую модель транспортных потоков</p> <p>Поиск путей снижения вычислительной сложности алгоритмов расчетов</p> <p>Разработка системы взаимосвязанных прикладных моделей транспортных систем для пилотных регионов и методик калибровки моделей на основе натуральных измерений, обеспечивающих повышение точности моделирования</p> <p>Формирование библиотеки имитационных моделей транспортных систем для анализа и отбора оптимальных вариантов развития соответствующей инфраструктуры</p> <p>Разработка методов и принципов интеграции и координации стратегического управления развитием единой транспортной системы на федеральном, межрегиональном и региональном уровнях</p> <p>Подготовка 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 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>

Исследовательские модели для изучения транспортной ситуации в арктической и субарктической зонах, а также перспективные технические решения, материалы и технологии строительства и эксплуатации объектов инфраструктуры в этих зонах



Формирование моделей и методов оценки влияния низких температур на долговечность и надежность транспортных сооружений в северной климатической зоне и условиях вечной мерзлоты

Разработка материалов и технологий строительства железных и автомобильных дорог в северной климатической зоне и условиях вечной мерзлоты

Разработка методов и математических моделей исследования несущей способности новых конструктивных форм транспортных искусственных сооружений, принципов и моделей эффективного контроля качества объектов инфраструктуры с применением интеллектуальных систем мониторинга и оценки их состояния

Разработка методов оценки влияния низких температур на долговечность и надежность транспортных сооружений

Математическое моделирование формирования покрытия на заснеженных дорогах



(окончание)

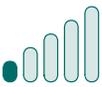
Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка и обоснование эффективности конструктивных форм транспортных сооружений с применением новых строительных материалов, несущих элементов строительных конструкций, технологий строительства</p> <p>Разработка технологий получения быстротвердеющих, долговечных и высокопрочных материалов на основе наноструктурированных комплексных добавок, композиционных 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 железнодорожных путей и покрытия автомобильных дорог, учета трафика автотранспорта, разработка проекта эффективной системы контроля и управления содержанием объектов транспортной инфраструктуры</p>

3.2. 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 различных уровней и транспортных предприятий различных форм собственности, а также реализации комплекса мер, направленных на снижение вредного воздействия транспорта на окружающую среду.

Табл. 3. Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Повышение безопасности и экологичности транспортных систем»

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Перспективные технологии обеспечения существенного снижения вредного воздействия транспорта на окружающую среду		Разработка методов оценки уровня вредного воздействия транспорта на окружающую среду, идентификации источников и прогнозирования его последствий



(окончание)

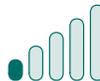
Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка эффективных процедур мониторинга и статистического анализа воздействия транспорта на окружающую среду, в том числе определение оптимальной дислокации точек сбора экологической информации на транспортной инфраструктуре</p>
<p>Перспективные 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 в области 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>

3.3. Перспективные транспортные и космические системы

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- интеллектуальные, а также высокоскоростные транспортные системы, авиационные, ракетно-космические, в том числе суборбитальные системы.

Табл. 4. 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>



(продолжение)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<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, сверхъёмких накопителей энергии, сверхпроводимости и т.д.)</p> <p>Разработка технологий высокоточного управления с использованием системы ГЛОНАСС для транспортных средств со скоростями движения свыше 300 км/ч</p> <p>Формирование 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, коррозионноустойчивых алюминиевых сплавов</p> <p>Развитие 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, а также технологий неразрушающего контроля планера и систем летательного 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 обработки малых и сверхмалых космических аппаратов, обеспечивающих снижение временных и финансовых затрат</p> <p>Производство специализированных энергоустановок на базе солнечных элементов для малых и сверхмалых космических аппаратов</p> <p>Создание 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>



(продолжение)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<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>Перспективные средства выведения: многоразовые ракетно-космические системы; космические транспортные системы, в том числе с использованием ядерной энергетики; воздушно-космические летательные аппараты для запуска суборбитальных малоразмерных космических спутников</p>		<p>Разработка технологий производства элементов конструкции ракет-носителей и разгонных блоков (баков, баллонов, ферм, рам, корпусов, обтекателей, элементов тепловой защиты), в том числе из композиционных наноматериалов</p> <p>Разработка технологии создания двигателей многоразового использования, электроракетных двигателей большой мощности</p> <p>Разработка камер сгорания, проточных трактов, воздухозаборников, двигателей летательных аппаратов из новых конструкционных и композиционных материалов</p>
<p>Системы беспроводной передачи энергии на транспортные и космические средства</p>		<p>Исследование методов беспроводной передачи энергии на высокоскоростной подвижной состав, включая электромобили</p> <p>Исследование новых типов источников питания и аккумуляторов энергии на основе новых материалов, включая наноматериалы</p>
<p>Системы высокоточной автономной посадки летательных и спускаемых аппаратов, навигации и маневрирования наземных и водных транспортных средств</p>		<p>Создание интеллектуальных систем управления транспортными средствами и использования 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 ГЛОНАСС для создания новых технологий автоматизированного контроля движения транспорта и оперативного управления им</p> <p>Разработка системы управления движением отделяемых частей ракет-носителей и 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 летательного аппарата, альтернативных видов топлива, полной автоматизации полета в системе управления воздушным движением с четырехмерной навигацией, а также интеллектуальных материалов и конструкций</p>

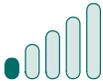


(продолжение)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
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 высококомодульных, 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>Производство новых элементов пути для обеспечения высокоскоростного движения</p> <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 в базовые конструктивные элементы перспективных конструкционных и композиционных материалов, 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>
Процессы, характерные для эксплуатации перспективных транспортных и космических средств		<p>Поисковые исследования в области аэрогидродинамики, динамики полета, аэроакустики, прочности и 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, а также высокоэффективных средств и систем обеспечения эксплуатационной безопасности и живучести кораблей и судов, в том числе судового радиоэлектронного оборудования нового поколения, на основе нанотехнологий</p>



(окончание)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка 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 grid-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, а также 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, а также оснащение ими транспортных средств нового поколения</p>

Список литературы

Внешэкономбанк (2011) Современное состояние и перспективы развития российского судостроения. <http://www.veb.ru/common/upload/files/veb/analytics/fld/20111129shipbuilding.pdf> (дата обращения: 29.06.2014).

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

Государственная программа Российской Федерации «Космическая деятельность России на 2013–2020 годы». Утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. № 306.

Государственная программа Российской Федерации «Развитие авиационной промышленности на 2013–2025 годы». Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2012 г. № 2509-р.

Государственная программа Российской Федерации «Развитие транспортной системы». Утверждена Постановлением Правительства Российской Федерации от 15.04.2014 г. № 319.

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

Косолобов А. (2009) Перспективы развития транспортных космических средств США // За рубежом военное обозрение. № 3. С. 48–55.

Массер Дж. (2008) Будущее космических исследований // В мире науки. № 1. С. 29.

Минобрнауки России (2008а) 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.

Моисеев И.В. (2012) Развитие космической отрасли России: основные стратегии // Отрасль ДЗЗ: стратегии развития. Космические технологии и ВТО. Вып. 13. С. 7–14.

ОАК (2008) Стратегия развития ОАО «Объединенная авиастроительная корпорация» до 2025 г. <http://www.uacrussia.ru/common/img/uploaded/files/Strategiya.pdf> (дата обращения: 28.05.2014).

ОАК (2011) Программа инновационного развития ОАО «Объединенная авиастроительная корпорация». http://www.uacrussia.ru/common/img/uploaded/innovations/Pasport_PIR.pdf (дата обращения: 28.05.2014).

ОАО «АВТОВАЗ» (2011) Паспорт программы инновационного развития ОАО «Автоваз».

ОАО «КАМАЗ» (2012а) Программа стратегического развития ОАО «КАМАЗ» на период до 2020 года.

ОАО «КАМАЗ» (2012b) Паспорт программы инновационного развития ОАО «КАМАЗ» на период до 2020 года.



- ОАО «РЖД» (2011a) Проект разработки научно-методической базы формирования и функционирования технологической платформы «Высокоскоростной интеллектуальный железнодорожный транспорт».
- ОАО «РЖД» (2011b) Стратегические направления исследований и разработок на среднесрочную перспективу (2012–2015 гг.) «Разработка единой комплексной системы управления движением высокоскоростных (400 км/ч) поездов, обеспечения комплексной многоуровневой безопасности движения и интеллектуальной среды пользователей высокоскоростного железнодорожного транспорта». http://rzd.ru/dbmm/download?vp=1&load=y&col_id=121&id=66536 (дата обращения: 27.05.2014).
- ОАО «Совкомфлот» (2011) Паспорт программы инновационного развития открытого акционерного общества «Совкомфлот» на период 2011–2015 гг.
- Оспенникова О.Г.* (2012) Стратегия развития жаропрочных сплавов и сталей специального назначения, защитных и теплозащитных покрытий. М.: ВИАМ. <http://viam.ru/public/files/2012/2012-206066.pdf> (дата обращения: 30.05.2014).
- Перечень критических технологий Российской Федерации. Утвержден Указом Президента Российской Федерации от 7.07.2011 г. № 899.
- Поповкин В.А.* (2011) Состояние и перспективы развития космической отрасли в области технологий спутниковых телекоммуникаций. <http://federalbook.ru/files/SVAYZ/saderzhanie/Tom%2011/VII/Popovkin.pdf> (дата обращения: 23.05.2014).
- Послание Президента Российской Федерации Федеральному Собранию (2012) Официальный сайт Администрации Президента Российской Федерации. 12 декабря. <http://kremlin.ru/news/17118> (дата обращения: 25.02.2014).
- Приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации. Утверждены Указом Президента Российской Федерации от 7.07.2011 г. № 899.
- Программа «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012–2020 годы». <http://www.roscosmos.ru/115/> (дата обращения: 21.05.2014).
- Раскин А.В.* (2012) Многоразовые транспортные космические системы. Современное состояние и перспективы развития // Стратегическая стабильность. № 1. С. 54–59.
- РКК «Энергия» (2013) Паспорт программы инновационного развития ОАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королева» на 2011–2020 годы.
- 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: 29.05.2014).
- Роскосмос (2009a) Основные положения Основ государственной политики Российской Федерации в области космической деятельности на период до 2030 года и дальнейшую перспективу, утвержденные Президентом Российской Федерации от 19 апреля 2013 г. № Пр-906.
- Роскосмос (2009b) Роль и место космических систем в глобальных процессах становления информационного общества 21-го века (доклад Руководителя Роскосмоса А.Н. Перминова на Первом международном симпозиуме «Космос и глобальная безопасность человечества»). <http://www.roscosmos.ru/157/> (дата обращения: 21.05.2014).
- Роскосмос (2012) Стратегия развития космической деятельности России до 2030 года и на дальнейшую перспективу (проект).
- Роскосмос (2014) Основы государственной политики в области использования результатов космической деятельности в интересах модернизации экономики Российской Федерации и развития ее регионов на период до 2030 года.
- Соколов А.В.* (2009) Будущее науки и технологий: результаты исследования Дельфи // Форум-сайт. Т. 3. № 3. С. 40–58.



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.

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

Федеральная целевая программа «Развитие транспортной системы России (2010–2020 годы)». Утверждена Постановлением Правительства Российской Федерации от 5 декабря 2001 г. № 848.

Федеральная целевая программа «Развитие российских космодромов на 2006–2015 годы». Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 ноября 2005 г. № 2049-р.

ЦАГИ (2006) Пилотируемая экспедиция на Марс / под ред. А.С. Коротеева. М.: Российская академия космонавтики имени К.Э. Циолковского.

ЦАГИ (2012а) Авиационная наука и технологии. Форсайт, основные положения / под ред. Б.С. Алешина, В.И. Бабкина, Л.М. Гохберга. М.: ЦАГИ.

ЦАГИ (2012b) Форсайт развития авиационной науки и технологий до 2030 года и дальнейшую перспективу.

ACARE (2008) 2008 Addendum to the Strategic Research Agenda. Advisory Council for Aeronautics Research in Europe. http://ec.europa.eu/research/transport/pdf/acare_2008_addendum2_en.pdf (дата обращения: 29.05.2014).

Amanatidou E. (2011) Grand challenges – a new framework for foresight evaluation. EU-SPRI conference papers. Manchester. 20–22 September.

Ashina S., Fujino J., Masui T., Ehara T., Hibino G.A. (2012) Roadmap towards a low-carbon society in Japan using backcasting methodology: Feasible pathways for achieving an 80% reduction in CO₂ emissions by 2050 // Energy Policy. Vol. 41. February 2012. P. 584–598.

Auvinen H., Tuominen A., Ahlqvist T. (2012) Towards long-term foresight for transport: Envisioning the Finnish transport system in 2100 // Foresight. Vol. 14. Iss. 3. June 2012. P. 191–206.

Ballin M.G., Cotton W., Kopardekar P. (2011) Share the Sky: Concepts and Technologies That Will Shape Future Airspace Use (Conference Paper). 11th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations (ATIO) Conference, including the AIAA Balloon Systems Conference and 19th AIAA Lighter-Than-Air Technology Conference 2011; Virginia Beach, VA; United States; 20 September 2011 through 22 September 2011.

Battelle (2011) 2012 Global R&D Funding Forecast. http://battelle.org/docs/default-document-library/2012_global_forecast.pdf (дата обращения: 22.05.2014).

Begley J., Berkeley N. (2012) UK policy and the low carbon vehicle sector // Local Economy. Vol. 27. Iss. 7. P. 705–721.

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

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

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: 11.05.2014).

De Palma A., Lindsey R., Quinet E., Vickerman R. (2011) A Handbook of Transport Economics. Cheltenham: Edward Elgar.

ERRAC (2007) Strategic Rail Research Agenda 2020. The European Rail Research Advisory Council. http://demo.oxalis.be/errac/errac_website/wp-content/uploads/2013/06/SRRA-2007.pdf (дата обращения: 26.05.2014).



- ERRAC (2013a) ERRAC Work Package 02: Encouraging Long-distance Modal Shift & De-congesting Transport Corridors: The passenger roadmap. The European Rail Research Advisory Council. http://demo.oxalis.be/errac/errac_website/wp-content/uploads/2013/06/wp02_passenger_roadmap_final_draft_15102012_v1.pdf (дата обращения: 26.05.2014).
- ERRAC (2013b) ERRAC Work Package 05: Strengthening Competitiveness. The European Rail Research Advisory Council. http://demo.oxalis.be/errac/errac_website/wp-content/uploads/2013/06/wp05_final_roadmap_reportv6_3.pdf (дата обращения: 26.05.2014).
- ERRAC (2013c) Rail route 2050: The Sustainable Backbone of the Single European Transport Area. The European Rail Research Advisory Council. <http://www.errac.org/wp-content/uploads/2013/11/D9-SRRA-RAILROUTE2050.pdf> (дата обращения: 26.05.2014).
- ERTRAC (2009) ERTRAC Road Transport Scenario 2030+“Road to Implementation”. European Road Transport Research Advisory Council. (дата обращения: 29.05.2014).
- ERTRAC (2010a) ERTRAC Strategic Research Agenda 2010. Towards a 50 more efficient road transport system by 2030. European Road Transport Research Advisory Council. http://www.ertrac.org/uploads/documentsearch/id22/ERTRAC_SRA_2010_Technical_document.pdf (дата обращения: 26.05.2014).
- ERTRAC (2010b) European Roadmap Electrification of Road Transport. 2nd Edition. European Road Transport Research Advisory Council. http://www.egvi.eu/uploads/Modules/Publications/electrification_roadmap_web.pdf (дата обращения: 30.05.2014).
- ESA (2012a) Technology Unlocking Tomorrow. Paris: European Space Agency.
- ESA (2012b) Annual report 2012. Paris: European Space Agency. <http://esamultimedia.esa.int/multimedia/publications/Annual-Report-2012/> (дата обращения: 26.05.2014).
- ESA (2013a) All about ESA. Space for Europe. Paris: European Space Agency. <http://esamultimedia.esa.int/multimedia/publications/AAE-EN-2013/> (дата обращения 26.05.2014).
- ESA (2013b) The ESA Technology Tree. Version 3.0. Paris: European Space Agency. <http://esamultimedia.esa.int/multimedia/publications/STM-277/> (дата обращения: 30.05.2014).
- European Commission (2010) Beyond Vision 2020 (Towards 2050). A Background Document from ACARE (The Advisory Council for Aeronautics Research in Europe). Brussels. http://www.gppq.fct.pt/h2020/_docs/brochuras/transportes/A%20Background%20Document%20from%20ACARE.pdf (дата обращения: 29.05.2014).
- European Commission (2011) Flightpath 2050: Europe’s Vision for Aviation. Report of the High Level Group on Aviation Research. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <http://ec.europa.eu/transport/modes/air/doc/flightpath2050.pdf> (дата обращения: 29.05.2014).
- European Commission (2013) Horizon 2020. Work programme 2014–2015. Smart, green and integrated transport. http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2014_2015/main/h2020-wp1415-transport_en.pdf (дата обращения: 26.05.2014).
- Evensberget D. et al.* (2011) An Interdisciplinary Approach to Human-Robotic Cooperation in Mars Exploration. 62nd International Astronautical Congress 2011, IAC 2011; Cape Town; South Africa; 3 October 2011 through 7 October 2011.
- Foresight Vehicle consortium (2002) Foresight Vehicle Technology Roadmap. London.
- GALILEO and EGNOS (2008) Europe’s Satellite Navigation Programmes. http://ec.europa.eu/enterprise/policies/satnav/galileo/files/brochures-leaflets/yellow-brochure_en.pdf (дата обращения: 27.05.2014).
- 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.



- Holden E., Gilpin G. (2013) Biofuels and sustainable transport: A conceptual discussion. Vol. 5. Iss. 7. P. 3129–3149.
- Horneck G. et al. (2012) The Theseus Roadmap: Towards Human Exploration of Space. 63rd International Astronautical Congress 2012; Naples; Italy; 1 October 2012 through 5 October 2012. Vol. 1. P. 147–149.
- JAXA (2005) JAXA Vision «JAXA 2025». Tokyo. http://www.jaxa.jp/about/2025/pdf/jaxa_vision_e.pdf (дата обращения: 28.05.2014).
- 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.
- NASA (2010) National Space Policy of the United States of America. Washington. http://www.nasa.gov/sites/default/files/national_space_policy_6-28-10.pdf (дата обращения: 26.05.2014).
- NASA (2011) 2011 NASA Strategic Plan. Washington.
- NASA (2014a) NASA Strategic Plan 2014. Washington. http://www.nasa.gov/sites/default/files/files/2014_NASA_Strategic_Plan.pdf (дата обращения: 26.05.2014).
- NASA (2014b) NASA's Socio-Economic Impacts Aligned with the 2014 Strategic Plan. Washington. http://www.nasa.gov/sites/default/files/files/NASA_Socioeconomic_Impacts_Final.pdf (дата обращения: 26.05.2014).
- NISTEP (2005) Comprehensive Analysis of Science and Technology Benchmarking and Foresight. NISTEP report № 99. Tokyo. <http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/eng/rep099e/pdf/rep099e.pdf> (дата обращения: 26.05.2014).
- NISTEP (2010c) The 9th Science and Technology Foresight – Contribution of Science and Technology to Future Society. NISTEP report № 140. Tokyo: NISTEP.
- NRC-IAR/NRC-CSTT (2008) Canadian Aerospace Environmental Technology Roadmap. Ottawa: Institute for Aerospace Research, Centre for Surface Transportation Technology.
- OECD (2006) Infrastructure to 2030. Telecom, Land Transport, Water and Electricity. Paris: OECD. http://www.oecd-ilibrary.org/economics/infrastructure-to-2030_9789264023994-en (дата обращения: 20.04.2014).
- OECD (2012d) OECD Handbook on Measuring the Space Economy. Paris: OECD.
- OECD (2012e) Strategic Transport Infrastructure Needs to 2030. Paris: OECD. http://www.oecd-ilibrary.org/economics/strategic-transport-infrastructure-needs-to-2030_9789264114425-en (дата обращения: 20.04.2014).
- Olsson L., Hjalmarsson L. (2012) Policy for biomass utilisation in energy and transport systems – The case of biogas in Stockholm, Sweden. World Renewable Energy Forum, WREF 2012, Including World Renewable Energy Congress XII and Colorado Renewable Energy Society (CRES) Annual Conference; Denver. 13 May 2012 through 17 May 2012.
- Onuki M. (2012) User community development for suborbital space flight opportunities in Japan. 63rd International Astronautical Congress 2012, IAC 2012; Naples; Italy; 1 October 2012 through 5 October 2012. Vol. 14. P. 11247–11251.
- Ortuzar J.D., Willumsen L.G. (2011) Modelling Transport. Chichester: John Wiley & Sons.
- Rodrigue J.-P., Comtois C., Slack B. (2009) The Geography of Transport Systems. New York: Routledge.
- Small K., Verhoef E. (2007) The Economics of Urban Transportation. London: Routledge (part of the Taylor & Francis Group).



Suh I.-S., Kim J. (2013) Electric vehicle on-road dynamic charging system with wireless power transfer technology. Proceedings of the 2013 IEEE International Electric Machines and Drives Conference, IEMDC 2013.

Vallerani E., Viola N., Viscio M.A. (2012) Itinerant human outpost for future space exploration. 63rd International Astronautical Congress 2012, IAC 2012; Naples; Italy; 1 October 2012 through 5 October 2012. Vol. 11. P. 9100–9109.

Waterborne (2011) Strategic Research Agenda. Implementation Waterborne Transport & Operations. Key for Europe's Development and Future. Route map issue 2 – may 2011. http://www.emec.eu/docs/waterborne_sra_overview.pdf (дата обращения: 26.05.2014).

Waterborne (2012) VISION 2025. Waterborne Transport & Operations Meeting the Challenges through Ambitious Innovation.

WEC (2011) Global Transport Scenarios 2050. London: World Energy Council.

Прогноз научно-технологического развития России: 2030. Транспортные и космические системы

Редактор *М.Ю. Соколова*

Художник *П.А. Шелегеда*

Компьютерный макет:

О.Г. Егин, В.В. Пучков

Подписано в печать 09.07.2014.

Формат 60×90 ¹/₈. Печ. л. 5.0.

Тираж 350 экз. Заказ № 482.

Отпечатано в ООО «Верже-РА»

127055, Москва, Новослободская ул., 31, стр. 4–11

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