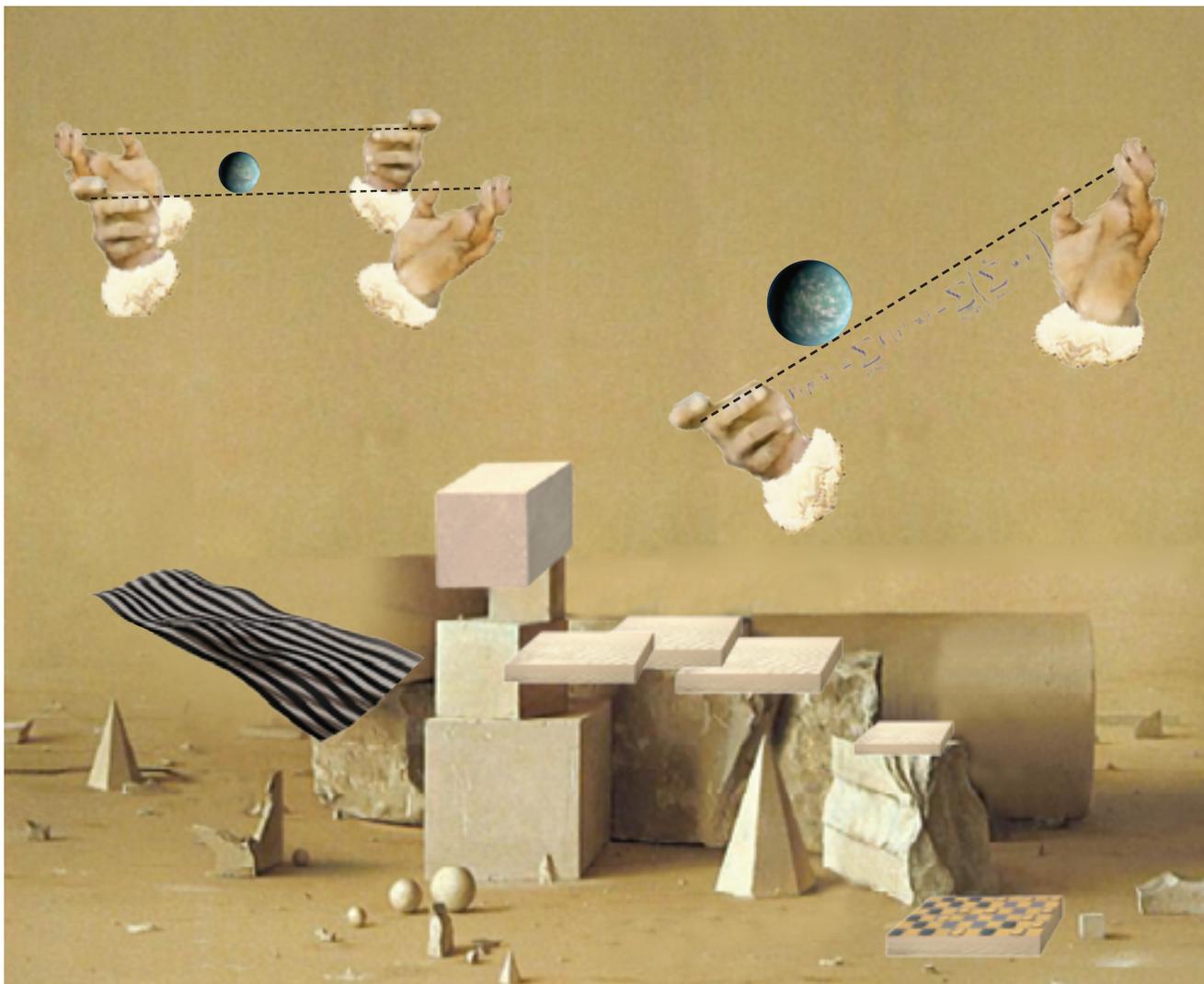


Долгосрочный прогноз научно-технологического развития России на период до 2030 года: ключевые особенности и первые результаты¹

А.В. Соколов*, А.А. Чулок**



В последние годы во многих развитых и развивающихся странах отмечено возрастание роли Форсайта в формировании научно-технической политики. Эти процессы находят свое отражение и в России, где научно-технологический прогноз в течение ряда лет выступает в качестве «локомотива» Форсайт-исследований.

Авторы предпринимают попытку проанализировать динамику развития долгосрочного прогнозирования сферы науки и технологий в России сквозь призму глобальных тенденций Форсайт-исследований. Особое внимание уделяется специфике третьего цикла прогноза, его задачам, организации и ожидаемым результатам.

* Соколов Александр Васильевич — директор Международного научно-образовательного Форсайт-центра, заместитель директора ИСИЭЗ НИУ ВШЭ. Адрес: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, Москва, Мясницкая ул., 20. E-mail: sokolov@hse.ru

** Чулок Александр Александрович — заведующий отделом научно-технического прогнозирования, ИСИЭЗ НИУ ВШЭ. Адрес: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, Москва, Мясницкая ул., 20. E-mail: achulok@hse.ru

Ключевые слова

долгосрочный научно-технологический прогноз России
долгосрочное прогнозирование
Форсайт
приоритетные направления
критические технологии
дорожные карты
национальная инновационная система
принятие решений

¹ Статья подготовлена в рамках разработки долгосрочного прогноза развития науки и технологий в Российской Федерации по заказу Министерства образования и науки Российской Федерации.

Форсайт в сфере науки и технологий: ключевые тенденции

Первые опыты системного прогнозирования долгосрочных тенденций развития науки и технологий относятся к 1950-м гг.² С тех пор в разных странах реализованы сотни проектов, направленных на оценку будущего науки и технологий; особенно активно этот процесс идет в течение последних 10-15 лет. Форсайт-исследования служат основой для выбора приоритетов, реализуемых в рамках крупных национальных и международных программ научно-технического и инновационного развития, на их базе формируются планы технологической модернизации крупных компаний, обсуждаются перспективы технологического развития отдельных секторов экономики. Сегодня Форсайт превратился из инструмента, направленного на выявление технологических трендов, в самостоятельную активно развивающуюся научную дисциплину, охватывающую широкий спектр исследовательских методов.

В последние годы в рамках научно-технологических Форсайтов наблюдается целый ряд важных тенденций, отражающих как прогресс методологии таких исследований, так и углубление понимания процессов инновационного развития, а также значительное усложнение механизмов научно-технической и инновационной политики. Эти тенденции Люк Джорджиу отразил в виде пяти поколений Форсайта [Georghiou et al., 2008, p. 15–16]: если на начальной стадии роль прогноза, в основном, ограничивалась информированием лиц, принимающих решение, о внутренней динамике развития науки и технологий (1-е поколение), то последующие виды Форсайт-исследований охватывают вероятный вклад науки в решение отдельных экономических и социальных проблем (2-е); более широкое социальное измерение и анализ перспектив развития альтернативных институтов (3-е); межотраслевые скоординированные оценки будущего науки и инноваций (4-е); и, наконец, перспективы развития структур национальной инновационной системы (НИС) и научно-технологические аспекты социально-экономического развития в целом (5-е поколение). Таким образом, отчетливо прослеживается тенденция изменения роли Форсайт-исследований от сугубо информативных функций до максимально полной интеграции в процесс формирования и актуализации научно-технической политики.

Появление новых, более сложных инструментов научно-технической политики, учитывающих интересы различных игроков (стейкхолдеров)³, и изменение собственно природы инноваций, связанное с повышением роли нетехнологических

инноваций, распространением модели открытых инноваций и т. п., выдвигают на повестку дня Форсайт-исследований нетривиальные задачи, связанные с выявлением особенностей и границ применения отдельных инструментов политики, выработкой подходов к оценке их потенциального воздействия на сферу науки и инноваций, экономику и общество. С одной стороны, в условиях выстраивания системной стратегии поддержки инновационного развития Форсайт призван обеспечить лиц, принимающих решения, информацией о возможных сценариях и образах будущего НИС. С другой стороны, сама научно-техническая и инновационная политика подвержена серьезным изменениям. Среди ее задач на средне- и долгосрочную перспективу выделяются: развитие инновационного потенциала человеческих ресурсов (кадры, потребители инноваций, развитие предпринимательской культуры и др.), снижение барьеров для инновационной деятельности, содействие процессу создания и практического использования знаний, применение инноваций для ответа на глобальные вызовы и, собственно, повышение эффективности политики в сфере науки и инноваций [OECD, 2010, p. 215–216].

С усложнением задач Форсайта особую значимость приобретает рассмотрение в его рамках проблем, которые на первый взгляд далеко выходят за узко понимаемые рамки сферы науки и технологий. В связи с этим наблюдается интеграция научно-технологического Форсайта в более широкий круг исследований будущего (Forward Looking Activities, FLA [European Commission, 2010]), которые в настоящее время уже стали стандартной практикой, например, в процессе формирования политики Европейской комиссии. Большое значение при этом придается Форсайту как инструменту разработки долгосрочных представлений о будущем (visions), выявления вероятных «разрушающих» (disruptive) событий⁴ и оценки эффектов применения различных мер политики.

Среди инструментов FLA — как широко известные методы Форсайта (дорожные карты, выбор приоритетов, построение образов будущего), так и достаточно новые подходы (слабые сигналы, «джокеры» (wild cards)⁵). Серьезное внимание уделяется интеграции методов численного прогнозирования и экспертных методов⁶. Важным фактором такой интеграции является быстрый прогресс Интернета, при котором становятся общедоступными мощные инструменты «умного» поиска, количественного и качественного анализа экспертных данных. В то же время использование экспертного знания позволяет существенно повысить точность традици-

² В корпорации RAND в эти годы были начаты исследования перспектив развития науки и технологий для оборонной сферы. Здесь был, в частности, разработан метод Дельфи [Dalkey, Helmer-Hirschberg, 1962].

³ Значительную роль в этом плане играет Организация экономического развития и сотрудничества (ОЭСР), которая активно «продвигает» концепции консолидации усилий правительства (whole-of-government policy framework) и интеграции различных инструментов политики (policy-mix) [OECD, 2010].

⁴ О теории разрушающих инноваций см. [Кристенсен, 2004].

⁵ Wild cards («джокеры») — маловероятные события, способные радикально изменить ситуацию в какой-либо области. Более подробно о подходах к их исследованию см. статью В. ван Рая в данном выпуске журнала [ван Рай, 2012], а также [Popper, 2011].

⁶ На крупнейшей международной конференции по технологическому прогнозированию (Future-oriented Technology Analysis - http://foresight.jrc.ec.europa.eu/fta_2011/intro.html) этой теме была посвящена одна из трех тематических секций [Haegeman et al., 2012].

онных прогнозных моделей, быстро устаревающих в условиях ускорения динамики науки и технологий, за счет расширения круга рассматриваемых переменных и введения качественных параметров, позволяющих существенно приблизить модели к реальности.

Особое место в повестке Форсайт-исследований занимает выявление и анализ крупнейших по своему значению глобальных вызовов (Grand Challenges) — чрезвычайно масштабных и сложных проблем, с которыми человечество уже столкнулось и влияние которых в средне- и долгосрочной перспективе, как ожидается, будет усиливаться⁷. Они носят междисциплинарный характер и требуют координации действий различных органов управления на всех уровнях — от международного до отдельных регионов. При этом роль Форсайта заключается не только и не столько в выявлении «больших вызовов», сколько в поиске «больших ответов» (Grand Responses), то есть тех мер и инструментов политики, которые будут способствовать решению этих проблем наиболее эффективным образом. С учетом комплексности последних, наметилось системное понимание приоритетов научно-технологического развития. Если ранее в их составе рассматривались преимущественно те или иные тематические области науки и технологий, которые должны получить преимущество при распределении соответствующих ресурсов, то в нынешних Форсайт-исследованиях выделяются системные целевые ориентиры, охватывающие приоритеты макроуровня, определяемые внешними по отношению к сфере науки и технологий политическими, экономическими и социальными условиями⁸; функциональные приоритеты, связанные с потребностью развития институтов НИС, и научно-технологические приоритеты как таковые.

Интеграция Форсайта в процесс выработки научно-технической и инновационной политики создает основу для повышения его вклада в эффективность функционирования НИС. В частности, Форсайт может выполнять здесь роль инструмента «стратегической разведки» [Calof, 2008] за счет анализа долгосрочных трендов науки и технологий, прогнозирования развития «исследовательских фронтов» (research fronts), возникающих на стыке традиционных их областей, способствовать появлению новых знаний и их «диффузии» посредством обсуждения с широким кругом стейкхолдеров, у которых, тем самым, появляется возможность лучше ориентироваться при выборе вариантов поведения и направлений деятельности. Каньин, Аманатиду и Кинэн [Cagnin et al., 2012] особо выделяют роль Форсайта в идентификации новых рынков (через артикуляцию соответствующих технологических предпосылок), а также в формировании новых

комбинаций взаимодействий между акторами НИС и их мобилизации к перераспределению ресурсов.

Практика Форсайт-исследований в России

За последние годы в российской научно-технической и инновационной политике произошли существенные изменения, касающиеся, в первую очередь, расширения круга ее субъектов и спектра используемых инструментов. Достаточно назвать инициативы по поддержке национальных исследовательских центров и исследовательских университетов, кооперации вузов и предприятий реального сектора экономики, привлечению в вузы ведущих ученых, развитию инновационной инфраструктуры вузов; формированию программ инновационного развития компаний с государственным участием, технологических платформ, территориальных инновационных кластеров; созданию «линейки» институтов развития (включая Сколково, РВК и др.), что уже само по себе свидетельствует о масштабах преобразований.

Одновременно наметилось постепенное смещение акцентов в практике системы поддержки исследований и разработок (ИиР) от «лучших из имеющихся» к «лучшим из нужных» и, как следствие, усиление требований к концентрации бюджетного финансирования на ограниченном числе ключевых направлений. Очевидно, что при идентификации связанных с этим приоритетов и критериев их выбора необходимо понимать «общую картину» будущего, учитывать глобальные вызовы и окна возможностей, скрытые технологии-«джокеры» и потенциал научно-технологического задела. Подобный уровень сложности и комплексности требует проведения прогнозных работ национального уровня и вовлечения в процесс формирования результатов ключевых стейкхолдеров и экспертов по всем приоритетным направлениям развития науки и технологий и секторам экономики. Опыт многих развитых и развивающихся стран⁹ свидетельствует, что Форсайт является одним из наиболее эффективных инструментов для решения такого класса задач, обеспечивая согласование позиций различных игроков относительно единой для всех цели в условиях неопределенности внешних и внутренних условий и разнонаправленности векторов интересов.

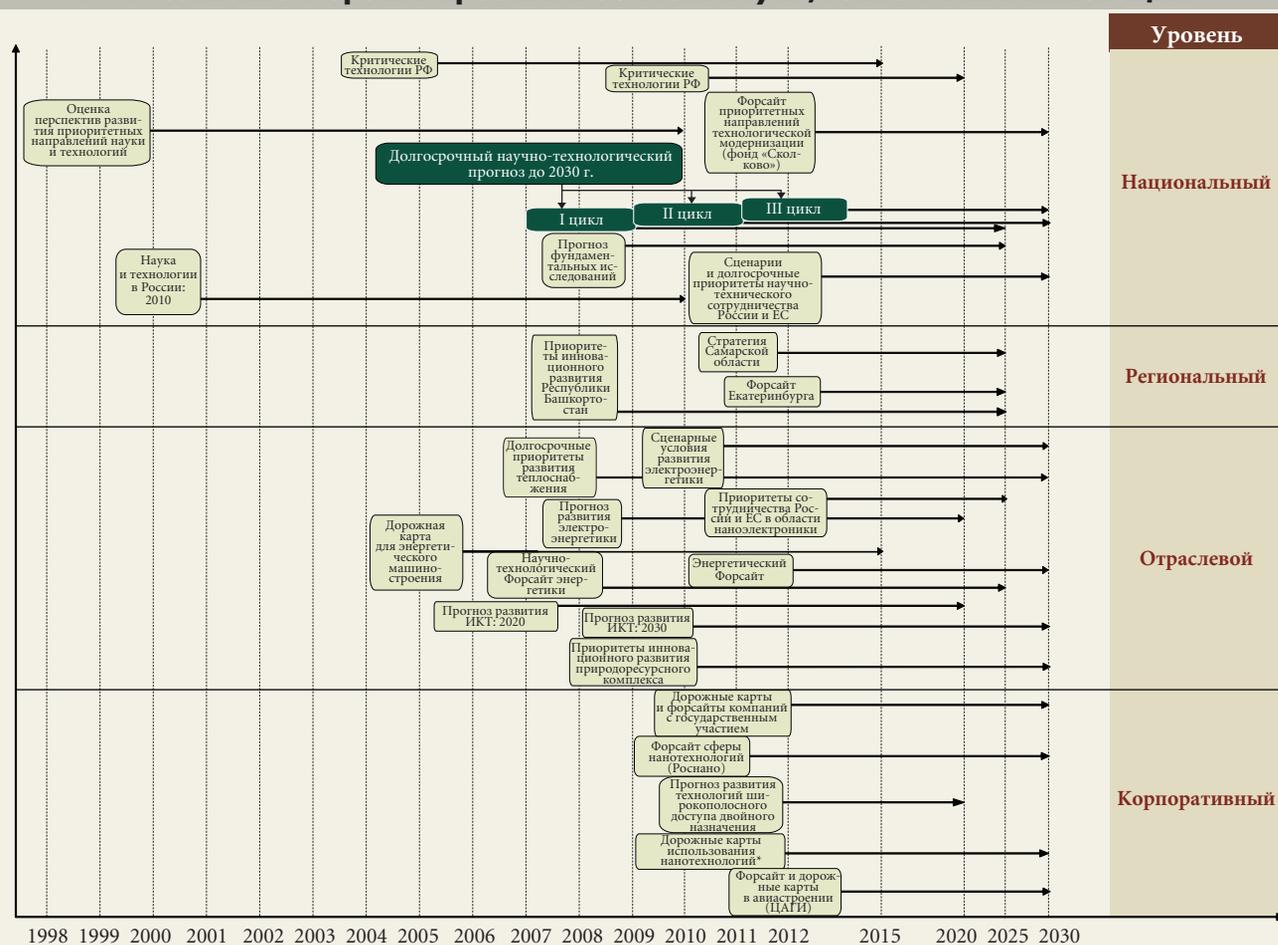
В России за последнее десятилетие существенно выросло число проектов, выполненных на базе методологии Форсайта, а объемы финансирования ряда из них вышли на уровень, сопоставимый с аналогами в развитых и ведущих развивающихся странах. Причем следует отметить, что если изначально инициатива в основном исходила «сверху» — от государства (в лице федеральных министерств и ведомств, институтов развития и др.), то сегодня

⁷ Данной теме уделяется большое внимание Европейской комиссией при формировании системы Форсайт-проектов, реализуемых по линии 7-й Рамочной программы по исследованиям и разработкам. О роли Форсайта в анализе глобальных вызовов см. [Amanatidou, 2011; Cagnin et al., 2012].

⁸ Так, в программе Европейского Союза «Europe-2020» намечены три интегральных цели: «умный рост» (smart growth) — построение экономики, основанной на знаниях; устойчивый рост (sustainable growth) — развитие ресурсоэффективной «зеленой» экономики; «сплачивающий рост» (inclusive growth) — увеличение занятости, усиление межнациональной и социальной сплоченности общества. См. http://ec.europa.eu/growthandjobs/pdf/complet_en.pdf

⁹ На сайте Европейской платформы Форсайта (European Foresight Platform — www.foresight-platform.eu) представлено описание свыше 150 Форсайт-проектов, выполненных в разных странах.

Рис. 1. Российские Форсайт-проекты в области науки, технологий и инноваций



*Дорожные карты использования нанотехнологий охватывают следующие области: авиастроение, ракетно-космическая промышленность, атомный энергопромышленный комплекс, медицина и фармацевтика, светодиоды, каталитические процессы нефтепереработки, углеродные волокна и продукты на их основе, питьевая вода для населения, энергосбережение.

наблюдается усиление активности на региональном уровне — большей частью в индустриально развитых регионах и городах России, таких как Москва, Екатеринбург, Самарская область, Республика Башкортостан, Красноярский край, Республика Саха (Якутия) и др. Значительное число прогнозных исследований выполнено крупными компаниями в рамках подготовки их стратегий и программ инновационного развития.

Вместе с тем, анализ открытой информации о российских Форсайт-исследованиях показывает, что многие из них таковыми, по сути, не являются, а лишь используют брэнд Форсайта для привлечения ресурсов и придания проекту соответствующего имиджа. В ряде проектов отсутствуют либо представлены сугубо формальным образом такие, например, ключевые черты Форсайта, как привлечение всех категорий стейкхолдеров и наиболее квалифицированных экспертов, использование солидной доказательной базы, организация творческого взаимодействия между экспертами, обсуждение полученных результатов с широким кругом заинтересованных сторон. Данная проблема требует специального обсуждения и анализа, поскольку распространение «псевдо-Форсайта» создает неоправданные иллюзии у заказчиков, порождает

искаженные представления о методологии и результатах исследований и в итоге приводит к дискредитации самого понятия Форсайта. Профанация Форсайта в меньшей степени относится к сфере науки и технологий, поскольку прогнозное исследование здесь, как правило, носят более системный и специализированный характер и опираются на привлечение большого числа высококвалифицированных экспертов.

На рис. 1 приведена информация о наиболее значимых Форсайт-проектах в сфере науки, технологий и инноваций, реализованных в России в течение последних лет. Из подобной, пусть даже не полной, картины видно, насколько активно культура Форсайта проникает на самые разные уровни принятия управленческих решений — национальный, региональный, отраслевой и корпоративный. На наш взгляд, это позволяет говорить о накоплении в России «критической массы» проектов, опыта и мотиваций для перехода на новый уровень постановки задач и качества результатов выполняемых исследований, соответствующий современной риторике Форсайта¹⁰.

Начало применения Форсайта в сфере науки и технологий в России относится к 1990-м гг., когда была инициирована подготовка первых перечней

¹⁰ Предпосылки этого процесса обсуждались Майклом Кинэнном еще в 2007 г. [Кинэн, 2007].

критических технологий (подробнее см. [Николаев, 1995]). Однако в то время набор используемых методов был достаточно ограниченным, а использование полученных результатов не носило системного характера. Первым опытом комплексного Форсайт-исследования можно считать проведение в 1998 г. опроса Дельфи с участием более 1000 российских ученых и специалистов [Соколов, 1999; Денисов, Соколов, 1998]. В этой работе по заданию Миннауки России была предпринята попытка оценки долгосрочных перспектив развития науки и технологий и выявления областей знаний, требующих первоочередной поддержки со стороны государства. В итоге были получены результаты, свидетельствующие о необходимости существенного уточнения приоритетов научно-технической политики с учетом реального состояния отечественной науки в тех или иных направлениях.

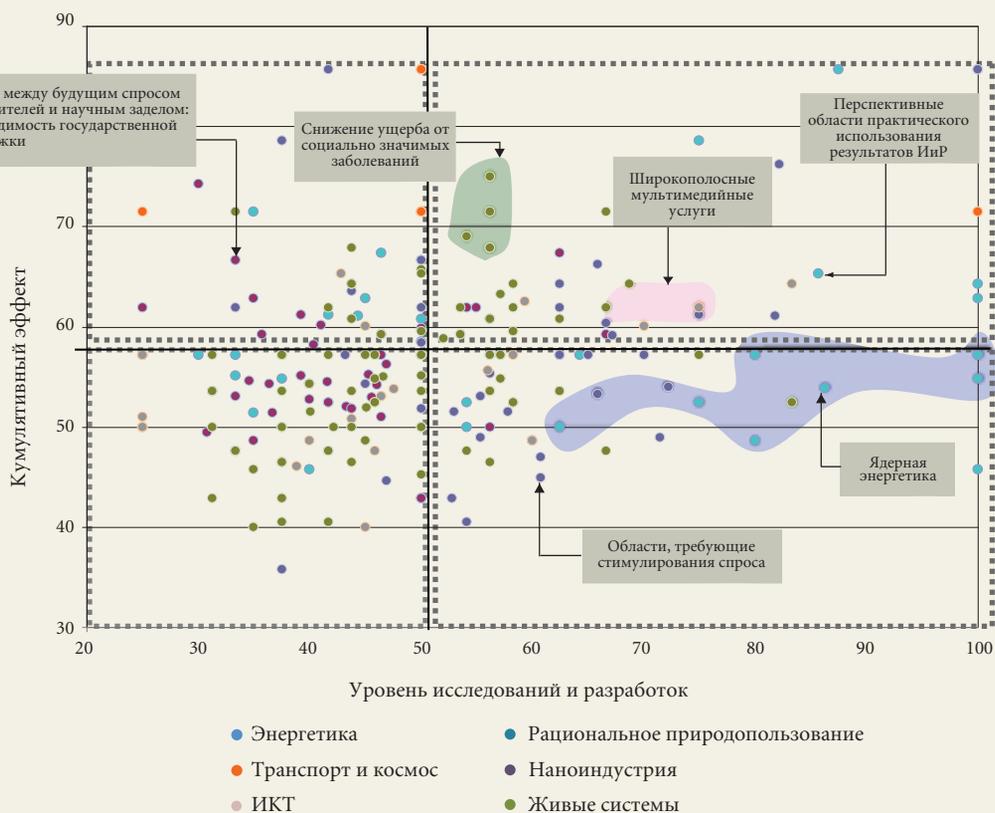
На последующих этапах работа по формированию национальных научно-технологических приоритетов велась уже на более системной основе, по единой методологии¹¹, а ее результаты утверждались Президентом Российской Федерации в виде перечней приоритетных направлений развития науки, технологий и техники и критических технологий Российской Федерации¹².

Первым крупным Форсайт-проектом национального уровня стал долгосрочный прогноз научно-

технологического развития России на период до 2025 г., инициированный в 2007 г. Минобрнауки России. Он включал в себя три крупных блока: *макроэкономический прогноз* российской экономики; *прогноз сферы науки и технологий* (по семи приоритетным направлениям) и *отраслевой прогноз*, целью которого была разработка вариантов технологического развития важнейших секторов экономики¹³. Одним из центральных элементов первого цикла научно-технологического прогнозирования стало проведение масштабного опроса с использованием метода Дельфи, охватившего более двух тысяч экспертов из ведущих научных организаций, вузов и инновационных компаний, представлявших более 40 регионов России. В результате были выделены более 800 технологий по десяти научным тематическим областям; затем был проведен опрос 100 крупнейших компаний в ключевых секторах российской экономики и осуществлен анализ текущего и перспективного спроса на эти технологии.

В рамках второго цикла научно-технологического прогнозирования (2008–2009 гг.) наряду с тремя вышеперечисленными направлениями был обобщен опыт зарубежных и международных прогнозов экономического и научно-технологического развития, и на этой базе выполнены оценки будущего глобальной экономики и отдельных крупных мировых

Рис. 2. Второй цикл научно-технологического прогнозирования: оценка перспектив развития технологических областей



¹¹ О методе критических технологий и истории его применения в России см. [Соколов, 2007].

¹² Ныне действующий перечень утвержден Указом Президента Российской Федерации № 899 от 11 июля 2011 г.

¹³ Результаты данного цикла научно-технологического прогнозирования подробно описаны в статьях [Апокин, Белоусов, 2009; Соколов, 2009; Чулок, 2009].

Рис. 3. **Организационная схема третьего цикла
российского научно-технологического Форсайта**



рынков. Полученные результаты затем использовались в макроэкономическом прогнозе, в рамках которого рассматривались сценарные варианты динамики российской экономики с учетом перспектив развития мировых рынков и ожидаемых последствий глобального финансово-экономического кризиса. В ходе экспертных исследований были определены кластеры, охватывающие перспективные технологические группы и продукты, которые затем анализировались с учетом достигнутого в России уровня ИиР и потенциального социально-экономического эффекта (рис. 2).

Параллельно с разворачиванием деятельности в области национальных научно-технологических Форсайт-исследований под эгидой отдельных ведомств, госкорпораций и других организаций была выполнена серия проектов по оценке направлений инновационного развития в таких секторах, как, например, информационные технологии, природо-ресурсный комплекс, энергетическое машиностроение [Дуб, Шашнов, 2007], атомная энергетика и др.

Отдельно следует отметить масштабный проект по заказу государственной корпорации «Роснано», в рамках которого был проведен опрос Дельфи, отражающий перспективы использования нанотехнологий в различных секторах, и разработаны детальные дорожные карты [Карасев, Соколов, 2009; Карасев, Вишневецкий, 2010].

Все эти исследования в той или иной степени внесли свой вклад в формирование комплексного видения перспектив развития науки и технологий в России, однако основная роль в этом процессе, безусловно, отводится долгосрочному прогнозу научно-технологического развития (ДПНТР), осуществляемому под эгидой Минобрнауки России. Эволюция прогнозирования отражает прогресс в понимании задач Форсайта, глубину проработки методических подходов, усиление экспертной базы (табл. 1).

Цели и задачи третьего цикла российского научно-технологического Форсайта

Сложившиеся по итогам вышеупомянутого второго цикла прогнозирования представления о будущем ключевых секторов экономики и перечни принципиально новых (прорывных) инновационных продуктов (в разрезе порождающих их научно-технологических направлений) послужили фундаментом для запуска *третьего цикла работ*, который был начат в 2011 г. Целью этого проекта является идентификация наиболее перспективных для России областей развития и применения науки и технологий на долгосрочную перспективу; технологий и технологических решений, способных обеспечить реализацию конкурентных преимуществ страны с учетом глобальных вызовов и открывающихся окон возможностей.

По сравнению с предыдущими циклами Форсайта данное исследование отличается как более сложной и комплексной структурой (рис. 3), охватывая 16 организаций-участников, так и глубиной проработки общей концепции.

Нынешний, рассматриваемый нами раунд научно-технологического Форсайта предусматривает *совмещение исследовательского* («technology push») *и нормативного* («market pull») *подходов к прогнозированию*. В свою очередь, это предполагает, во-первых, поиск продуктов и технологий прорывного характера, способных коренным образом изменить существующую производственную и экономическую парадигму (своеобразные «молодые ростки» на существующем технологическом «поле»), и, во-вторых, использование проблемно-ориентированного (рыночного) подхода, в рамках которого для выбранных научно-технологических направлений вначале определяются ключевые проблемы, вызовы и окна возможностей, а затем — соответствующие решения в терминах «пакетов технологий» либо иных ответов на поставленные вызовы и проблемы (рис. 4).

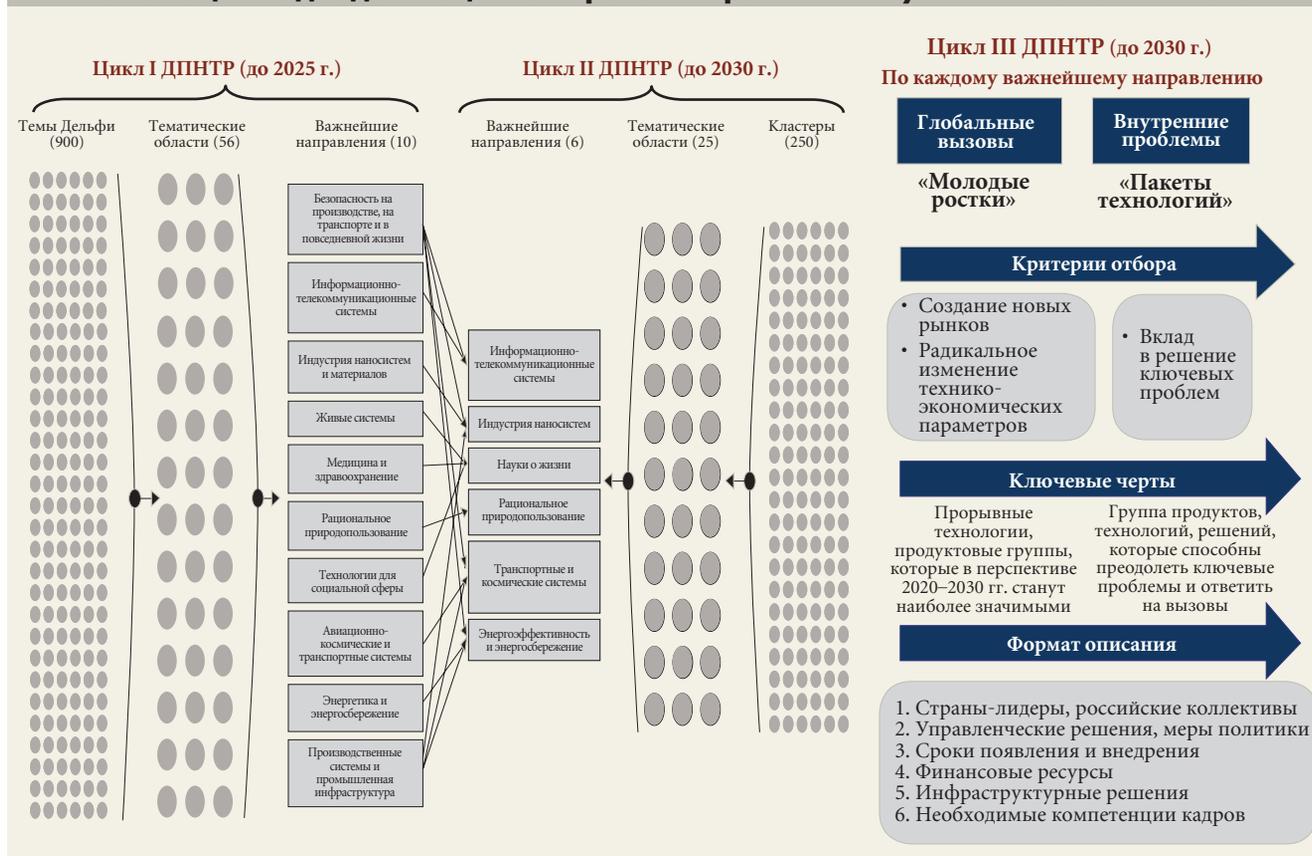
Табл. 1. Эволюция подходов к долгосрочному научно-технологическому прогнозированию в России

Направление	I Цикл	II Цикл	III Цикл
Международное	<ul style="list-style-type: none"> Оценка ключевых международных тенденций и вызовов Анализ зарубежных Форсайтов и прогнозов, международных методик 	Появление специального блока, обеспечивающего сопоставление российских результатов с зарубежными Форсайтами и прогнозами	<ul style="list-style-type: none"> Оценка глобальных вызовов научно-технологического развития (Grand Challenges) Формирование специализированной экспертной панели, включающей ведущих зарубежных специалистов по Форсайту для валидации результатов проекта
Макроэкономическое	Формирование базового макроэкономического сценарного прогноза развития экономики	<ul style="list-style-type: none"> Разработка макроэкономического прогноза с учетом кризисных явлений в экономике. Установление системы требований к модернизационным процессам в ключевых секторах экономики в зависимости от макроэкономических сценариев 	<ul style="list-style-type: none"> Оценка научно-технологического развития в контексте глобальных цивилизационных циклов Уточнение макроэкономического прогноза с учетом взаимосвязей социально-экономических и научно-технологических параметров
Научно-технологическое	Проведение первого раунда опроса экспертов методом Дельфи, формирование перечня из 900 перспективных технологий по 10 направлениям развития науки и техники	Проведение второго раунда Дельфи, выявление кластеров важнейших технологических групп, определение перечней перспективных продуктов по 6 укрупненным направлениям развития науки и техники	<ul style="list-style-type: none"> Уточнение состава 6 укрупненных направлений развития науки и технологий, определение перспективных технологических пакетов, направленных на решение ключевых социально-экономических проблем, выявление прорывных инновационных продуктов и технологий. Подготовка серии дорожных карт инновационного развития по ключевым тематическим областям в сфере ИКТ, биотехнологий, нанотехнологий
Фундаментальные исследования	Подготовка прогноза развития фундаментальных исследований в рамках самостоятельного проекта Российской академии наук		Прогноз развития фундаментальных исследований с акцентом на перспективы их практического применения и выявление центров совершенства в России
Отраслевое	По 6 ключевым секторам российской экономики: анализ тенденций долгосрочного развития, прогноз перспективного спроса на технологии и технологические решения	По 10 ключевым секторам российской экономики: определение будущего облика, разработка сценариев развития, формирование перечня процессных и продуктовых технологий для каждого сценария	Подготовка дорожных карт инновационного развития ряда секторов российской экономики
Инфраструктурное	Разработка предложений по использованию методологии Форсайта в рамках региональных стратегий развития / повышения конкурентоспособности регионов	Разработка рекомендаций пилотным регионам по использованию результатов научно-технологического Форсайта для корректировки региональных стратегий (Санкт-Петербург, Ханты-Мансийский автономный округ)	Появление специального блока в проекте, связанного с созданием сети прогнозирования по выбранным направлениям науки и технологий
Кадровое	Прогноз ресурсных потребностей научного потенциала	Количественный прогноз потребности в кадровых ресурсах по областям науки	Прогноз спроса на компетенции кадров
Политические рекомендации	<ul style="list-style-type: none"> Формирование концепции Форсайта Разработка предложений по совершенствованию направлений научно-технологической политики, обеспечивающих условия реализации разработанных прогнозов 	<ul style="list-style-type: none"> Предложения по интеграции Форсайта в систему принятия стратегических решений Рекомендации по корректировке существующих инструментов научно-технологической политики с учетом кризисных явлений в экономике 	<ul style="list-style-type: none"> Оценка результативности развития сферы науки и инноваций на основе единой системы прогнозных расчетов Формирование методологической базы единой системы прогнозирования развития сферы науки и инноваций Предложения по использованию инструмента дорожных карт при формировании и реализации государственной научно-технической политики
Международная классификация по пяти поколениям Форсайта*	Ближе к первым трем поколениям, характеризующимся ориентацией на анализ научно-технической сферы, оценки рынков, технологий, макроэкономических аспектов	Ближе к четвертому поколению, ориентированному на создание условий для интеграции Форсайта в систему принятия решений, национальную инновационную систему	Ближе всего к пятому поколению Форсайта, для которого характерна сильная ориентация на поддержку принятия управленческих решений лицами, осуществляющими научно-технологическую политику
Аналоги среди зарубежных проектов	Японский Дельфи, Британский Дельфи**	Программа FUTUR (Германия) – www.futur.de	Форсайт-программа Министерства науки и технологий Великобритании (www.foresight.uk)

* См. выше описание классификации, предложенной Л. Джорджиу [Georghiu et al., 2008].

** См. соответственно [NISTER, 2010; Loveridge et al., 1995; European Commission, 2006].

Рис. 4. Эволюция подходов к оценке перспектив развития науки и технологий в России



Каждый из планируемых результатов предстоит охарактеризовать как минимум в трех аспектах, а именно с позиций рынков, технологий и управления. В итоге станет возможным установить взаимосвязи с различными группами потребителей этих результатов и дать ответ не только на вопрос «что?», но и «для кого?» и «как?».

Изложенный выше подход следует передовой международной практике решения подобного рода задач¹⁴ и учитывает новейшие идеи самых

современных Форсайт-исследований, упомянутые ранее (в частности, анализ «больших вызовов», слабых сигналов и т. п.). Третий цикл ДПНТР опирается на применение тех методов, которые в наибольшей степени отражают его специфику и подтвердили свою эффективность в практике российских и зарубежных исследований¹⁵. Инструментарий рассматриваемого проекта представлен в табл. 2.

Одной из решающих функций современного Форсайта, обеспечивающих успех в получении

Табл. 2. Методы исследований, применяемые в рамках третьего цикла ДПНТР

Метод	Назначение
Анализ глобальных трендов и вызовов	Выявление драйверов и тенденций развития науки и технологий по приоритетным направлениям и ключевым секторам экономики
Библиометрический и патентный анализ	Определение наиболее перспективных областей науки и технологий, в том числе с использованием инструментов выявления исследовательских фронтов
Картирование стейкхолдеров	Идентификация центров («узлов») концентрации релевантной информации о перспективных областях науки, инновационных рынках и др.
Количественные модели и сценарии	Построение макроэкономического прогноза российской экономики
Качественные модели	Оценка ключевых характеристик будущего облика выбранных направлений развития науки и технологий и секторов экономики
Дорожные карты	Определение важнейших рынков, продуктов, технологий и управленческих решений по приоритетным направлениям развития науки и технологий и секторам экономики
Углубленные интервью, фокус-группы, экспертные панели, анкетные опросы	Организация работы широкого круга экспертов и сбор соответствующей информации для построения прогнозов и сценариев, а также для формирования долгосрочного прогноза направлений фундаментальных исследований
Семинары и конференции (в том числе международные)	Валидация полученных промежуточных и итоговых результатов исследования

¹⁴ В качестве примеров использования данного подхода могут быть приведены национальные научно-технологические Форсайты, реализованные в последние годы в Чехии, Китае, Японии, а также ряд тематических проектов — Future of Aviation, Digital Europe 2030 и др. (см. <http://www.foresight-platform.eu/briefs-resources>).

¹⁵ По данным опроса Европейской сети мониторинга Форсайта (European Foresight Monitoring Network), при проведении Форсайт-проектов национального уровня, среднее число методов, варьируется от 4 до 8, при этом наиболее часто используется достаточно ограниченный круг методов [Popper, 2009].

и имплементации его результатов, является коммуникационная¹⁶: задачу формирования сети экспертов по мере превращения Форсайта в действенный инструмент научно-технической политики решают в большинстве развитых стран. Обычно такие сетевые структуры охватывают ведущих экспертов — ученых, инноваторов, маркетологов; их численность может составлять от нескольких десятков (при проведении сценарных семинаров либо мозговых штурмов) до нескольких тысяч (в опросах Дельфи). Так, в Британском Дельфи [Loveridge et al., 1995] участвовали 2960 экспертов, а в 9-м японском [NISTER, 2010] — 2900.

Слабая степень реализации коммуникационной функции, по оценке международных специалистов, участвовавших в обсуждении проблем долгосрочного прогнозирования в России, является одним из наиболее серьезных ограничений, с которым в настоящее время сталкиваются отечественные Форсайт-исследования¹⁷. Причины заложены не только в часто упоминаемом экспертами «советском наследии», определившем дисбаланс между спросом и предложением на результаты ИиР, или низком уровне инновационной активности компаний и инновационной культуры [OECD, 2011, и др.], но и в ментальности российского экспертного сообщества, выражающейся в преимущественной ориентации на принятие решений в рамках узких групп влияния, а не на базе широкой коммуникационной платформы¹⁸. На этом фоне количество реально действующих устойчивых системных коммуникационных площадок, где можно было бы эффективно обсуждать результаты Форсайт-исследований, явно недостаточно.

Восполнение отмеченного пробела — одна из центральных задач третьего цикла ДПНТР, связанного с формированием российской Форсайт-среды. В ходе реализации указанного проекта предстоит обеспечить существенное усиление и развитие сети коммуникационных площадок, призванных «подхватить» инициативу «снизу», за счет создания на базе ведущих вузов инфраструктуры центров прогнозирования по шести направлениям развития науки и технологий: информационно-телекоммуникационные системы, индустрия наносистем, науки о жизни, энергетика и энергоэффективность, транспортные и космические системы, рациональное природопользование. Такая сеть при активном участии представителей ведущих российских научных школ, компаний, отраслевого сообщества должна способствовать организации на постоянной основе деятельности по мониторингу и прогнозированию развития соответствующих их компетенции сегментов приоритетных направлений и обеспечить требуемую PR-поддержку. По состоянию на начало 2012 г., сеть охватывала более 100 организаций-участников, а общее

число экспертов, вовлеченных в проект, превысило 1500 человек (рис. 5).

В дополнение в целях оценки промежуточных и итоговых результатов Форсайт-исследования по важнейшим направлениям развития науки и технологий сформированы рабочие группы экспертов высшего уровня (более 120 ученых с мировыми именами, включая действительных членов РАН и отраслевых академий наук), а также расширенные рабочие группы, включающие представителей науки, государства, бизнеса, экспертного сообщества, общей численностью свыше 800 человек. Кроме того, организована экспертная панель по валидации результатов прогноза, которая охватывает более 30 известных зарубежных специалистов в области долгосрочного прогнозирования и инновационной политики, представляющих ведущие международные Форсайт-центры (Университет Манчестера, Институт перспективных технологических исследований Объединенного исследовательского центра ЕС, ОЭСР, ЮНИДО и др.). Подобная практика международной экспертизы широко распространена при осуществлении оценки эффективности результатов Форсайт-проектов, особенно национального уровня¹⁹.

Стоит отметить, что проблемы анализа эффективности выполненных Форсайт-проектов, степени их влияния на принимаемые решения в области научно-технической политики и поиск возможностей повышения уровня их «дружественности» по отношению к лицам, принимающим решения (т. н. policy-friendly), выходят на первый план среди вопросов, волнующих исполнителей и заказчиков Форсайт-исследований во всем мире [Meissner, Sokolova, 2012]. С этих позиций задачи третьего цикла ДПНТР, связанные с *развитием инструментов, направленных на поддержку принятия решений по итогам Форсайта*, вполне отвечают современной риторике и повестке. В этих целях намечаются три вида работ: первая из них предполагает подготовку дорожных карт как инструмента визуализации результатов прогноза; вторая ориентирована на формирование единой системы прогнозирования показателей развития сферы науки и инноваций, необходимость которой обусловлена разрозненностью, методической рассогласованностью и, как следствие, сложностью применения различных индикаторов, зафиксированных в ключевых документах, определяющих долгосрочное научно-технологическое развитие страны; а третья группа посвящена разработке рекомендаций по активному использованию результатов прогноза в политике, в частности при выборе приоритетов научно-технологического развития на региональном уровне.

В целом по окончании проекта планируется получить следующие результаты (рис. 6):

- перечень инновационных, прорывных технологий и продуктовых групп по важнейшим

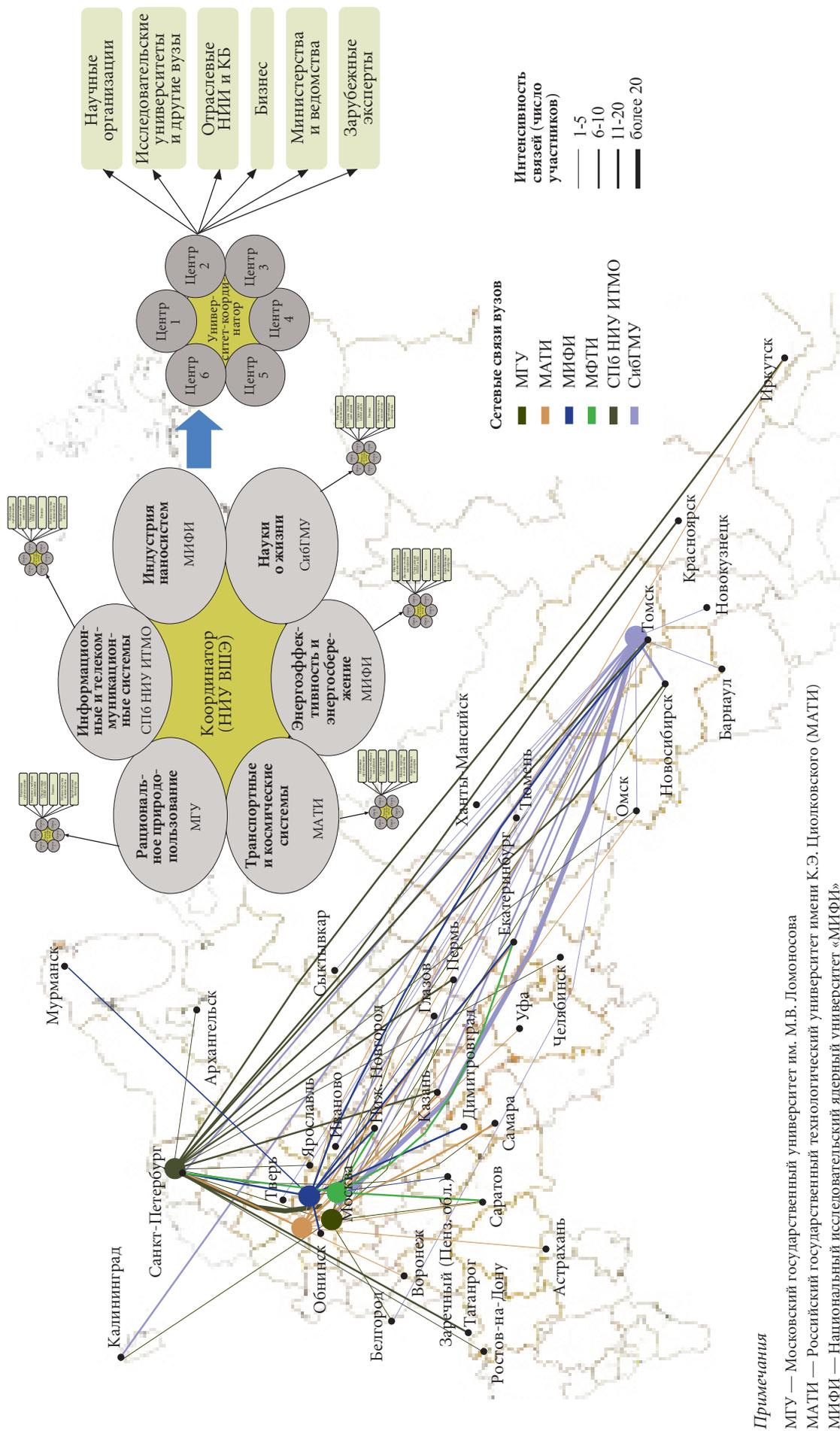
¹⁶ Более подробно о ключевых функциях Форсайта см. [UNIDO, 2005] и www.forlearn.jrc.ec.europa.eu.

¹⁷ На это, в частности, обращали внимание зарубежные эксперты в ходе заседания Международного консультативного совета (International Advisory Board) при Форсайт-центре НИУ ВШЭ, состоявшегося в октябре 2011 г.

¹⁸ Об этих и других особенностях экспертного сообщества в России — см. [Кара-Мурза, 2008].

¹⁹ Один из наиболее интересных примеров оценивания национального Форсайта представлен в работе [Popper et al., 2010].

Рис. 5. Организационная схема сети центров научно-технологического прогнозирования и распределение их экспертов по регионам



Примечания

МГУ — Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

МАТИ — Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского (МАТИ)

МИФИ — Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

МФТИ — Московский физико-технический институт (государственный университет)

СПб НИУ ИТМО — Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики

СибГМУ — Сибирский государственный медицинский университет

Рис. 6. **Возможности использования результатов третьего цикла научно-технологического Форсайта**

направлениям развития науки и технологий, которые в перспективе 2020–2030 гг. могут привести к возникновению новых рынков либо рыночных ниш, а также группы (пакеты) технологий и решений, обеспечивающие ответ на проблемы и вызовы, существующие в тех или иных областях науки и технологий либо секторах экономики;

- сформированный прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 г. с учетом перспектив динамики сферы науки и технологий, а также отдельных секторов экономики;
- дорожные карты по определенным секторам экономики и направлениям развития науки и технологий;
- оценка ресурсного обеспечения фундаментальной науки и системы мер научно-технической политики для ее опережающего развития;
- организация полноценной сети отраслевых центров прогнозирования, охватывающей все важнейшие направления науки и технологий, сектора экономики;
- подготовка аналитических материалов по соответствующим тематическим областям;
- проведение широких обсуждений итогов Форсайт-исследования на созданных экспертных площадках.

Бенефициарами результатов прогноза могут выступать заинтересованные министерства и ведомства, отвечающие за формирование научно-технической политики; государственные корпорации научно-технологического профиля, имеющие длительный горизонт планирования; крупные российские компании, работающие в сфере науки и высоких технологий; институты развития, ориентированные на поддержку инноваций; органы региональной власти — для разработки региональных стратегий и территориальных схем ИиР; научное сообщество — для определения востребованных направлений ИиР, продвижения технологий через создаваемые коммуникационные площадки; а также бизнес-сообщество — для формирования стратегий развития предприятий и инвестиционных проектов, связанных с технологической модернизацией.

Заключение

Современные тенденции Форсайт-исследований в сфере науки и технологий, проявляющиеся во многих странах, отчетливо свидетельствуют о постепенном «встраивании» Форсайта в систему научно-технической политики. Одновременно с этим — прежде всего, благодаря стремительному прогрессу Интернета — прогнозные исследования все шире опираются на самые разнообразные информационные ресурсы и средства их анализа, что создает основу для конвергенции

количественных и качественных методов Форсайта. Россия сегодня по многим параметрам проводимых Форсайт-исследований становится вполне сопоставимой с зарубежными «законодателями мод» в этой сфере. Для полноценного вхождения в число мировых лидеров требуется обеспечить продвижение по двум направлениям: создание устойчиво функционирующей экспертной базы, охватывающей все сегменты национальной инновационной системы, и усиление взаимодействия между основными стейкхолдерами. Все это позволит создать благоприятные возможности для практического превращения Форсайта в инструмент научно-технической и инновационной политики, ориентированной на долгосрочную перспективу. ■

- Апокин А.Ю., Белоусов Д.Р. (2009) Сценарии развития мировой и российской экономики как основа для научно-технологического прогнозирования // Форсайт. Т. 3. № 3. С. 12–29.
- ван Рай В. (2012) Зарождающиеся тенденции и «джокеры» как инструменты формирования и изменения будущего // Форсайт. Т. 6. № 1. С. 60–73
- Гохберг Л.М., Кузнецова Т.Е. (2011) Стратегия-2020: новые контуры российской инновационной политики // Форсайт. Т. 5. № 4. С. 8–30.
- Денисов Ю.Д., Соколов А.В. (1998) Технологическое прогнозирование и научно-технические приоритеты в индустриально развитых странах. М.: ЦИСН.
- Дуб А.В., Шашнов С.А. (2007) Инновационные приоритеты для энергетического машиностроения: опыт отраслевого Форсайта // Форсайт. № 3 (3). С. 4–11.
- Кара-Мурза С.Г. (2008) Экспертное сообщество России: генезис и состояние. <http://www.situation.ru/app/rs/books/articles/expert.htm>
- Карасев О.И., Вишневыский К.О. (2010) Прогнозирование развития новых материалов с использованием методов Форсайта // Форсайт. Т. 4. № 2. С. 58–67.
- Карасев О.И., Соколов А.В. (2009) Форсайт и технологические дорожные карты для наноиндустрии // Российские нанотехнологии. Т. 4. № 3–4. С. 8–15.
- Кинэн М. (2007) Форсайт приходит в Россию // Форсайт. № 1 (1). С. 6–7.
- Кристенсен К. (2004) Дилемма инноватора. Как из-за новых технологий погибают сильные компании. М.: Альпина Паблишер.
- Николаев И.А. (1995) Приоритетные направления науки и технологий. М.: Машиностроение.
- Соколов А.В. (1999) О конкурентоспособности российских технологий // Промышленная политика в Российской Федерации. № 4. С. 23–35.
- Соколов А.В. (2007) Метод критических технологий // Форсайт. Т. 1. № 4. С. 64–74.
- Соколов А.В. (2009) Будущее науки и технологий: результаты исследования Дельфи // Форсайт. Т. 3. № 3. С. 40–58.
- Шашнов С.А. (2007) Форсайт Республики Башкортостан // Форсайт. № 1(1). С. 16–24.
- Чулук А.А. (2009) Прогноз перспектив научно-технологического развития ключевых секторов российской экономики: будущие задачи // Форсайт. Т. 3. № 3. С. 30–36.
- Amanatidou E. (2011) Grand challenges – a new framework for foresight evaluation. Paper presented at the EU-SPRI conference 20-22 September. Manchester.
- Cagnin C., Amanatidou E., Keenan M. (2012) Orienting European Innovation Systems towards Grand Challenges and the Roles that FTA Can Play // Science and Public Policy (forthcoming).
- Calof J.L. (2008) Competitive Intelligence and the Management Accountability Framework. Optimum Online // The Journal of Public Sector Management. № 37(4). P. 31–36.
- Dalkey N.C., Helmer-Hirschberg O. (1962) An Experimental Application of the Delphi Method to the Use of Experts. RAND, RM-727-PR.
- European Commission (2006) Emerging Science and Technology Priorities in Public Research Policies in EU, US and Japan. Brussels.
- European Commission (2010) European Forward Looking Activities. EU Research in Foresight and Forecast. Brussels.
- Georghiou L., Cassingena Harper J., Keenan M., Miles I., Popper R. (eds.) (2008) The Handbook of Technology Foresight: Concepts and Practice. Edward Elgar Publishing.
- Haegeman K., Scapolo F., Ricci A., Marinelli E., Sokolov A. (2012) Quantitative and qualitative approaches in FTA: From combination to integration? // Technological Forecasting and Social Change (forthcoming).
- Loveridge D., Georghiou L., Nedeva M. (1995) United Kingdom Foresight Programme. University of Manchester.
- Martin B.R., Irvine J. (1989) Research Foresight: Priority-Setting in Science. London, New York: Pinter Publishers.
- Meissner D., Sokolova A. (2012) Assessing national Foresight studies — an approach to make Foresight studies comparable // Gokhberg L., Meissner D., Sokolov A. (eds.) Designing and Implementing Future Oriented STI Policy — Potentials and Limits of Foresight Studies. Springer (forthcoming).
- NISTEP (2010) Contribution of Science and Technology to Future Society. Summary on the 9th Science and Technology Foresight. Tokyo.
- OECD (2010) The OECD Innovation Strategy. Getting a Head Start on Tomorrow. Paris.
- OECD (2011) OECD Reviews of Innovation Policy. Russian Federation. Paris.
- Popper R. (2009) Mapping Foresight: Revealing how Europe and other world regions navigate into the future. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Popper R. (2011) Wild Cards and Weak Signals Informing and Shaping Research and Innovation Policy. Paper presented at the Fourth International Seville Conference on Future-Oriented Technology Analysis (FTA): FTA and Grand Societal Challenges — Shaping and Driving Structural and Systemic Transformations. Seville, 12–13 May.
- Popper R., Georghiou L., Miles I., Keenan M. (2010) Evaluating Foresight: Fully-Fledged Evaluation of the Colombian Technology Foresight Programme (CTFP). Cali: Universidad del Valle.
- UNIDO (2005) UNIDO Technology Foresight Manual. Vienna.

Russian Science and Technology Foresight – 2030: Key Features and First Results

Alexander Sokolov

Director, International Academic Foresight Centre, and Deputy Director, Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge, National Research University «Higher School of Economics». Address: National Research University «Higher School of Economics», 20 Myasnitckaya str., Moscow, 101000, Russian Federation. E-mail: sokolov@hse.ru

Alexander Chulok

Head, Division for S&T Forecasting, Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge, National Research University «Higher School of Economics». Address: National Research University «Higher School of Economics», 20 Myasnitckaya str., Moscow, 101000, Russian Federation. E-mail: achulok@hse.ru

Abstract

This paper reviews national features in the general evolution of science and technology (S&T) foresight over the last decade. Foresight has made a transition from thematic papers and policy briefs to a complex set of methods integrated in the framework of S&T and innovation policy making. Foresight also addresses broad social and economic issues along with conventional S&T problems. It focuses often on interdisciplinary fields and cross-sector problems. It has witnessed the introduction of such new methods as weak signals and wild cards, and it has benefitted from the integration of qualitative and quantitative approaches.

Russian S&T foresight follows global trends. It has given support for revisions of the national S&T priorities and critical technologies. In 2007-2010, two cycles of the National S&T Foresight (initiated by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation) were completed. They resulted in the creation of frameworks

and expert networks for future studies. Foresight culture has been finding deeper roots in Russia.

The paper addresses mainly the key features of the third (ongoing) cycle of the national S&T Foresight (2011) against the background of the first two cycles and the international trends. This cycle represents a wider coverage of issues (macroeconomic scenarios, trends in basic research, S&T resources, future demand for skills, and global drivers of S&T developments); more complicated methodologies (bibliometric analysis, expert panels, surveys, roadmapping, and quantitative models); and a combination of “market pull” and “technology push” approaches toward estimating future developments. This cycle is building a wider network of experts at new Foresight centres at various Russian research universities. It concludes with a discussion of some barriers still to be overcome in Foresight studies: integration of sectoral visions, deeper analyses of some scientific disciplines, stronger integration into policy making, and spreading among business and research communities.

Keywords

Russian Long-Term S&T Foresight, long-term forecasting, Foresight, S&T priorities, critical technologies, roadmapping, national innovation system, decision-making

References

- Amanatidou E. (2011) Grand challenges – a new framework for foresight evaluation. Paper presented at the *EU-SPRI conference 20-22 September*. Manchester.
- Apokin A., Belousov D. (2009) Stsenarii razvitiya mirovoi i rossiiskoi ekonomiki kak osnova dlya nauchno-tekhnologicheskogo prognozirovaniya [Scenarios of the Global and Russian Economic Development as a Basis for S&T Forecasting]. *Foresight-Russia*, vol. 3, no 3, pp. 12–29.
- Cagnin C., Amanatidou E., Keenan M. (2012) Orienting European Innovation Systems towards Grand Challenges and the Roles that FTA Can Play. *Science and Public Policy* (forthcoming).
- Calof J.L. (2008) Competitive Intelligence and the Management Accountability Framework. Optimum Online. *The Journal of Public Sector Management*, no 37, pp. 31–36.
- Christensen K. (2004) Dilemma innovatora. Kak iz-za novykh tekhnologii pogibayut sil'nye kompanii [The innovator's dilemma. When New Technologies Cause Great Firms to Fail], Moscow: Al'pina Publisher.
- Chulok A. (2009) Prognoz perspektiv nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya klyuchevykh sektorov rossiiskoi ekonomiki: budushchie zadachi [Forecast of S&T Development Prospects of the Key Economy Sectors in Russia: Future Tasks]. *Foresight-Russia*, vol. 3, no 3, pp. 30–36.

- Dalkey N.C., Helmer-Hirschberg O. (1962) *An Experimental Application of the Delphi Method to the Use of Experts*, RAND, RM-727-PR.
- Denisov Yu., Sokolov A. (1998) *Tekhnologicheskoe prognozirovanie i nauchno-tekhnicheskie priority v industrial'no razvitykh stranakh* [Technological forecasting and S&T priorities in the industrialized countries], Moscow: TsISN.
- Dub A., Shashnov S. (2007) Innovatsionnye priority dlya energeticheskogo mashinostroeniya: opyt otraslevogo Forsaita [Innovation Priorities for Power Engineering: A Case of Sectoral Foresight]. *Foresight-Russia*, no 3, pp. 4–11.
- European Commission (2006) *Emerging Science and Technology Priorities in Public Research Policies in EU, US and Japan*, Brussels.
- European Commission (2010) *European Forward Looking Activities. EU Research in Foresight and Forecast*, Brussels.
- Gokhberg L., Kuznetsova T. (2011) Strategiya-2020: novye kontury rossiiskoi innovatsionnoi politiki [Strategy 2020: New Outlines of Innovation Policy]. *Foresight-Russia*, vol. 5, no 4, pp. 8–30.
- Georghiou L., Cassingena Harper J., Keenan M., Miles I., Popper R. (eds.) (2008) *The Handbook of Technology Foresight: Concepts and Practice*, Edward Elgar Publishing.
- Haegeman K., Scapolo F., Ricci A., Marinelli E., Sokolov A. (2012) Quantitative and qualitative approaches in FTA: From combination to integration? *Technological Forecasting and Social Change* (forthcoming).
- Karasev O., Sokolov A. (2009) Foresight-Russia i tekhnologicheskie dorozhnye karty dlya nanoindustrii [Foresight and Technology Roadmaps for Nano Industry]. *Rossiiskie nanotekhnologii*, vol. 4, no 3–4, pp. 8–15.
- Karasev O., Vishnevskiy K. (2010) Prognozirovanie razvitiya novykh materialov s ispol'zovaniem metodov Forsaita [Identifying the Future of New Materials with the Use of Foresight Methods]. *Foresight-Russia*, vol. 4, no 2, pp. 58–67.
- Kara-Murza S. (2008) *Ekspertnoe soobshchestvo Rossii: genesis i sostoyanie* [The expert community in Russia: genesis and status]. Available at: <http://www.situation.ru/app/rs/books/articles/expert.htm> (accessed 12 March 2012).
- Keenan M. (2007) Forsait prikhodit v Rossiyu [Foresight Comes to Russia]. *Foresight-Russia*, vol. 1, no 1, pp. 6–7.
- Loveridge D., Georghiou L., Nedeva M. (1995) *United Kingdom Foresight Programme*, University of Manchester.
- Martin B.R., Irvine J. (1989) *Research Foresight: Priority-Setting in Science*, London, New York: Pinter Publishers.
- Meissner D., Sokolova A. (2012) Assessing national Foresight studies – an approach to make Foresight studies comparable (eds. L. Gokhberg, D. Meissner, A. Sokolov) *Designing and Implementing Future Oriented STI Policy – Potentials and Limits of Foresight Studies*, Springer (forthcoming).
- Nikolaev I. (1995) *Prioritetnye napravleniya nauki i tekhnologii* [S&T Priorities], Moscow: Mashinostroenie.
- NISTEP (2010) *Contribution of Science and Technology to Future Society. Summary on the 9th Science and Technology Foresight*, Tokyo.
- OECD (2011) *OECD Reviews of Innovation Policy. Russian Federation*, Paris.
- OECD (2010) *The OECD Innovation Strategy. Getting a Head Start on Tomorrow*, Paris.
- Popper R. (2011) Wild Cards and Weak Signals Informing and Shaping Research and Innovation Policy. Paper presented at the *Fourth International Seville Conference on Future-Oriented Technology Analysis (FTA): FTA and Grand Societal Challenges – Shaping and Driving Structural and Systemic Transformations*. Seville, 12–13 May 2011.
- Popper R., Georghiou L., Miles I., Keenan M. (2010) *Evaluating Foresight: Fully-Fledged Evaluation of the Colombian Technology Foresight Programme (CTFP)*, Cali: Universidad del Valle.
- Popper R. (2009) *Mapping Foresight: Revealing how Europe and other world regions navigate into the future*, Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Shashnov S. (2007) Forsait Respubliki Bashkortostan [Foresight in the Republic of Bashkortostan]. *Foresight-Russia*, vol. 1, no 1, pp. 16–24.
- Sokolov A. (1999) O konkurentosposobnosti rossiiskikh tekhnologii [How to evaluate competitiveness of Russian technologies]. *Promyshlennaya politika v Rossiiskoi Federatsii*, no 4, pp. 23–35.
- Sokolov A. (2007) Metod kriticheskikh tekhnologii [Method of Critical Technologies]. *Foresight-Russia*, vol. 1, no 4, pp. 64–74.
- Sokolov A. (2009) Budushchee nauki i tekhnologii: rezul'taty issledovaniya Delfi [Future of S&T: Delphi Survey Results]. *Foresight-Russia*, vol. 3, no 3, pp. 40–58.
- UNIDO (2005) *UNIDO Technology Foresight Manual*, Vienna: UNIDO.
- van Rij V. (2012) Zarozhdayushchiesya tendentsii i «dzhokery» kak instrumenty formirovaniya i izmeneniya budushchego [New Emerging Issues and Wild Cards as Future Shakers and Shapers]. *Foresight-Russia*, vol. 6, no 1, pp. 60–73.