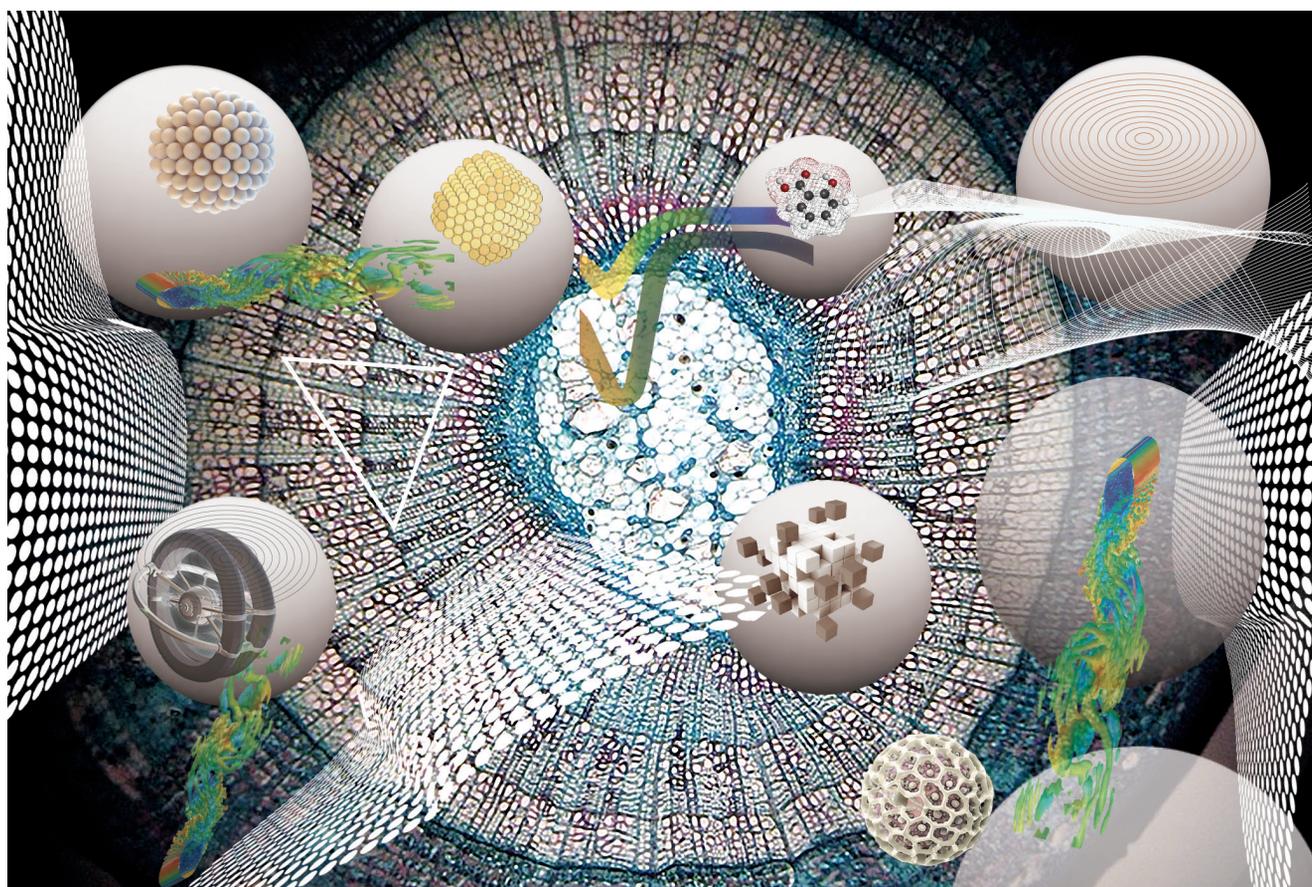


# Выбор направлений научно-технического сотрудничества России

Максим Коцемир<sup>I</sup>, Татьяна Кузнецова<sup>II</sup>, Елена Насыбулина<sup>III</sup>, Анна Пикалова<sup>IV</sup>



<sup>I</sup> Младший научный сотрудник Лаборатории исследований науки и технологий. E-mail: mkotsemir@hse.ru

<sup>II</sup> Директор Центра научно-технической, инновационной и информационной политики, главный научный сотрудник Лаборатории экономики инноваций. E-mail: tkuznetzova@hse.ru

<sup>III</sup> Ведущий эксперт Национального контактного центра по международной мобильности ученых. E-mail: enasybulina@hse.ru

<sup>IV</sup> Директор Центра международных проектов. E-mail: apikalova@hse.ru

Институт статистических исследований и экономики знаний Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (ИСИЭЗ НИУ ВШЭ)

Адрес: 101000, Москва, Мясницкая ул., д. 11

## Аннотация

Национальная инновационная система не может быть эффективной без развитой международной кооперации. Участие в ней требует исчерпывающих знаний об особенностях развития научно-технологической сферы в условиях масштабных изменений в глобальном разделении труда, конкуренции и политической конъюнктуре. Новая расстановка сил и возникающие тренды меняют устоявшиеся правила игры и требуют оперативной реакции со стороны политиков, экспертов, различных субъектов экономической деятельности.

В статье предложен аналитический подход к формированию и изучению базы эмпирических данных, использующий библиометрические и экспертные методы для обоснования перспективных направлений

научно-технического сотрудничества России с зарубежными странами, и оцениваются возможности его применения. На основе информации из международной базы научного цитирования Web of Science за последние два года сопоставлены структура и динамика научной специализации России, ведущих стран и нескольких быстроразвивающихся экономик.

Полученные путем матричного анализа оценки приоритетов кооперации уточнены результатами экспертных опросов, которые позволили выявить партнерские организации, тематические направления и инструменты кооперации, что дает представление о перспективах международного научно-технического сотрудничества нашей страны.

**Ключевые слова:** научно-техническое сотрудничество; международное партнерство; приоритеты сотрудничества; библиометрический анализ; экспертные интервью  
DOI: 10.17323/1995-459X.2015.4.54.72

**Цитирование:** Kotsemir M., Kuznetsova T., Nasybulina E., Pikalova A. (2015) Identifying Directions for Russia's Science and Technology Cooperation. *Foresight and STI Governance*, vol. 9, no 4, pp. 54–72. DOI: 10.17323/1995-459x.2015.4.54.72

Одним из значимых факторов эффективного развития национальной системы науки, технологий и инноваций является ее глобальная интеграция на основе сбалансированного партнерства с другими государствами. Укрепление международного научно-технического сотрудничества (МНТС) способствует стабилизации национальной экономики и росту ее научного потенциала. Эффективные кооперационные стратегии базируются на современном представлении об особенностях развития научно-технологической сферы в условиях масштабных изменений в международном разделении труда и усилении глобальной конкуренции. Наиболее успешные из этих стратегий обобщаются, совершенствуются, тиражируются на международном и национальном уровнях. Внедряются как традиционные, устоявшиеся подходы, так и абсолютно новые, пилотные инициативы. Хотя сами формы партнерства и соответствующие меры политики распространяются довольно интенсивно, определенные проблемы, не всегда легко преодолимые, продолжают сохраняться. Постоянно возникающие новые вызовы и тренды меняют устоявшиеся правила и требуют незамедлительной реакции со стороны управленцев, политиков, экспертов, экономических игроков и т. д. [OECD, 1988, 1995, 2015; European Commission, 2011, 2012; и др.].

В контексте развития МНТС России особого внимания заслуживают следующие актуальные вызовы.

1. Мировая экономика и общество сталкиваются с растущим числом глобальных проблем, решение которых возможно лишь на наднациональном уровне. Борьба с изменением климата, дефицитом водных ресурсов, эпидемиями и другими мировыми вызовами требует общих усилий, которые лежат в русле многосторонней научно-технологической кооперации, не зависящей от национальных повесток или политической конъюнктуры. Поиск ответов на эти вызовы предопределяет государственную политику глобального и национального уровней, направленную на решение масштабных комплексных задач долгосрочного характера.
2. Рост бюджетных ограничений в большинстве стран, включая Россию, повышает требования к объемам, структуре и эффективности бюджетирования науки, расширяет спектр задач ее развития с участием государства. В этих условиях при разработке научно-технической политики и выборе инструментов ее реализации возрастает значение долгосрочных ориентиров (приоритетов), определяемых с использованием прогнозов, Форсайт-исследований и других аналитических инструментов.
3. Усложнение внешнеполитической ситуации (в частности, введение политических и экономических санкций против России, ответные меры правительства и т. д.) несет реальные угрозы национальной экономике и сфере науки. Негативные эффекты очевидны, и они будут усиливаться, если России не удастся выйти на инновационную модель развития, повысив эффективность всех сфер и секторов экономики, добившись высоких тем-

пов и качества роста, активно используя научные результаты и новые технологии.

МНТС изучают во многих странах мира, ему посвящено множество исследований, рассматривающих, в частности, такие вопросы, как политика в области науки, технологий и инноваций в России [Gokhberg et al., 2009; Гохберг, Кузнецова, 2011; Гохберг и др., 2011] и отдельных зарубежных странах [Xiwei, Xiangdong, 2007]; приоритетные направления и механизмы кооперации, в том числе нормативно-правовая база, совместные органы сотрудничества, финансовые инструменты поддержки кооперации [Гутникова и др., 2014]. В ряде работ сформулированы конкретные рекомендации по укреплению связей в сфере науки, технологий и инноваций между отдельными странами и регионами, предложены пути достижения этой цели с привлечением широкого круга стейкхолдеров [Arzumanyan et al., 2012; Spiesberger et al., 2013; European Commission, 2013; Sokolov et al., 2014]. В публикациях, посвященных сотрудничеству России с ведущими зарубежными странами, особое внимание уделяется расширению (в том числе географическому) участия нашей страны в международной научно-технологической кооперации и анализу ограничений на этом пути. В нескольких исследованиях, посвященных перспективам сотрудничества в рамках БРИКС, предпринят сопоставительный анализ инновационных систем стран этого межгосударственного объединения [Cassiolato, Vitorino, 2009; Gokhberg et al., 2012; Arroio, Scerri, 2013; Cassiolato et al., 2013; Kahn et al., 2013; Scerri, Lastres, 2013].

Вопросами кооперации активно занимаются в Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) через разработку эффективных управленческих решений с учетом особенностей инновационных процессов и с использованием модели открытых инноваций. Междисциплинарность и гиперсвязанность сегментов научных систем являются важными факторами и одновременно условиями возникновения сетевых взаимодействий на разных уровнях, укрепления разветвленной международной исследовательской инфраструктуры и других элементов системы поддержки науки, технологий и инноваций. Аналитические и практико-ориентированные усилия фокусируются на углублении интернационализации исследований в государственном и частном секторах; интенсификации академической мобильности и профессиональных контактов; поддержке проектной и институциональной кооперации между национальными научными центрами и компаниями; повышении эффективности сотрудничества и расширении его горизонтов [OECD, 2012a, 2012b, 2014].

Нашей стране объективно выгодны поиск совместных с другими странами целей и приоритетов сотрудничества, структурирование диалога в сфере МНТС. Одни его направления лежат на поверхности и являются продолжением политики прошлых периодов, другие еще предстоит найти и вписать в повестку возможного перспективного партнерства. В текущей экономической и внешнеполитической ситуации первоочередное значение приобретает упорядочение

двустороннего сотрудничества<sup>1</sup> для реализации конкурентных преимуществ страны. Особое значение этой формы МНТС обусловлено возможностью прямо влиять на эффективность участия в международном разделении труда и непосредственно выводить отечественные научные достижения и высокотехнологичную продукцию на традиционные и развивающиеся рынки. В этой связи необходима дифференциация подходов к развитию МНТС с акцентом на специфике различных групп государств (табл. 1). Реализация комплекса мер развития МНТС должна учитывать состояние отечественных исследований и разработок (ИиР) и их соответствие как национальным научно-технологическим приоритетам, так и мировому уровню. Хотя сведения, представленные в табл. 1, неполны, они показывают, что в каждом случае требуется детальный анализ направлений взаимовыгодных отношений, научных, технологических, экономических профилей, потребностей существующих и потенциальных партнеров.

Предлагаемый в статье подход к формированию базы данных для обоснования перспективных направлений МНТС России использует возможности библиометрического и экспертного анализа.

## Методология

Для исследования приоритетных направлений МНТС нами был апробирован комплексный подход, сочетающий библиометрический анализ научно-технологической специализации России и зарубежных стран, направлений совместной публикационной активности с экспертной оценкой приоритетов сотрудничества в тематическом и страновом разрезе.

Изучение публикационной активности часто применяется для сопоставления эффективности научных систем разных стран [Wagner, 1995; Tijssen et al., 2002; Klitkou et al., 2005; Гохберг, Сагиева, 2007; Jarneving, 2009; Arencibia-Jorge, de Moya-Anegón, 2010; Peclin, Juznic, 2012; Гохберг, Кузнецова, 2012] и понимания расстановки сил в глобальном исследовательском пространстве [Barré, 1987; Grupp, 1995; Schneider, 2010; Коцемир, 2012; Confraria, Godinho, 2014; Zacca-Gonzalez et al., 2014]. Помимо достижения сугубо научных целей это позволяет сформировать информационную базу, которая может использоваться для повышения адаптивности и эффективности государственной политики, выявления наиболее перспективных с точки зрения межстрановой кооперации областей сотрудничества. Крупнейшей международной базой данных публика-

Табл. 1. **Векторы развития двусторонней научно-технической кооперации России с зарубежными странами**

Группы стран	Позитивные и негативные факторы при выборе направлений МНТС	Возможные направления МНТС
<b>Развитые страны</b>	<p>Мощный экономический и технологический потенциал</p> <p>Потенциальная заинтересованность в экспорте в Россию технологий предыдущей технологической волны, контактах в конкретных областях ИиР, импорте идей и «умов»</p> <p>Традиционные ограничения экспорта передовых технологий (особенно двойного назначения)</p> <p>Участие в экономических санкциях</p>	<p>Сохранение (поиск) взаимовыгодных устойчивых направлений кооперации</p> <p>Реализация совместных проектов и программ, в том числе по меганауке</p> <p>Участие в деятельности международных организаций, глобальных инициативах</p> <p>Развитие академической мобильности</p>
<b>Страны БРИКС</b>	<p>Сохранение в ряде стран положительной динамики роста</p> <p>Производство «дешевых» и «обратных» инноваций</p> <p>Амбиции в сфере науки и технологий, высокий интерес к развитию сотрудничества с Россией</p> <p>Давление явных и неявных ограничений при технологическом обмене с Западом</p>	<p>Актуализация общей рамки приоритетных направлений МНТС</p> <p>Коммерциализация результатов ИиР</p> <p>Заключение комплементарных договоренностей с понятной, четко просчитанной выгодой для России</p> <p>Выполнение функции площадок для расширения коммуникаций России с другими государствами и межгосударственными образованиями</p> <p>Подписание в 2015 г. меморандума о сотрудничестве в сфере науки, технологий и инноваций (медицина, биотехнологии, продовольственная безопасность, нанотехнологии, высокопроизводительные вычисления, поддержка трансфера технологий и инновационной инфраструктуры)</p> <p>Создание Банка развития БРИКС</p>
<b>Другие страны с быстрорастущей экономикой</b>	<p>Высокие в долгосрочной перспективе темпы роста экономики</p> <p>Собственные амбиции в сфере науки и технологий, высокий интерес к развитию МНТС</p> <p>Возможности взаимовыгодного технологического обмена</p>	<p>Совместная разработка прорывных технологий</p> <p>Локализация российских высокотехнологичных производств, научно-технологических центров</p> <p>Обмен лучшими практиками</p> <p>Расширение российского высокотехнологичного экспорта</p>
<b>Другие развивающиеся государства</b>	<p>Потребности в «простых» и дешевых технологических решениях, продукции и т. п.</p>	<p>Реализация более общих программ по линии содействия международному развитию</p>

Источник: составлено авторами.

<sup>1</sup> Двусторонние соглашения о научно-техническом сотрудничестве России заключены более чем с 70 странами.

ционной активности и научного цитирования является Web of Science (WoS), которая на начало 2015 г. насчитывала 58.3 млн записей, классифицированных по 151 области знания (*research areas*), а для научных журналов — по 263 областям<sup>2</sup>.

Научная специализация стран определяется через сопоставление тематической структуры публикаций, а индекс научной специализации (ИНС) (безразмерная величина) страны  $j$  по области науки  $i$  рассчитывается как отношение удельного веса публикаций по области наук  $i$  в общем числе публикаций страны  $j$  к аналогичному мировому показателю [Гохберг, 2003; Гохберг, Сагиева, 2007]. К областям специализации относят те, для которых значения ИНС превышают 1. Для аналитических целей и обоснования управленческих решений важно учитывать следующие особенности ИНС. Во-первых, значение индекса существенно зависит от тематической структуры журналов конкретной страны. Крупнейшие базы научного цитирования традиционно ориентированы на естественные и медицинские науки в ущерб всему спектру гуманитарных и общественных дисциплин. Во-вторых, важно учитывать национальную специфику, которая может проявляться во всплесках совместных публикаций ученых из развитых и развивающихся государств в очень узких областях знания (например, паразитологии и тропической медицине — в беднейших странах Африки). В-третьих, значение имеет масштаб публикационной активности. Структура публикаций традиционных лидеров, как правило, тематически более равномерна, а темпы роста их числа не носят скачкообразного характера. При незначительном общем числе публикаций наблюдаются сильные перекосы по отдельным отраслям науки. Таким образом, данный индикатор эффективен при сопоставлении структуры научных публикаций отдельных регионов мира или групп стран, оценке публикационной активности конкретной страны, идентификации потенциальных научных партнеров в определенной исследовательской области [Pianta, Archibugi, 1991; Barré, 1991; Nagpaul, 1993; Guena, 2001; Tuzi, 2005; Laursen, Salter, 2005; Murmann, 2012; Bongioanni et al., 2013, 2014; Abramo et al., 2014; Acosta et al., 2014; Askens et al., 2014].

Ценную исследовательскую информацию, которая может быть полезна при принятии политических решений, дает анализ совместных публикаций [Luukkonen et al., 1993; Katz, Martin, 1997; Dumont, Meeusen, 2000; Grupp et al., 2001]. Он позволяет изучать ключевых партнеров, перспективные направления сотрудничества — в страновом разрезе и особенности формирования сетей соавторства — на организационном и персональном уровнях [Gomez et al., 1995; Glänzel, 2001; Wang et al., 2005; Zhou, He, 2009; Hoekman et al., 2010]. Дополнение библиометрического анализа сетевым позволяет оценить плотность наблюдаемых связей [El Alami et al., 1992; Basu, Kumar, 2000; Chinchilla-Rodríguez et al., 2010; Ding, 2011; Perc, 2010].

Показатели совместных публикаций, однако, дают лишь общее представление об уровне кооперации. Важно принимать во внимание и другие аспекты, например наличие общих исследовательских интересов, современного оборудования для проведения совместных экспериментов, международных лабораторий, сильных компетенций в конкретной проблематике, личных контактов, программ молодежных обменов и академической кооперации, новых научных журналов, совместных монографий и докладов, регулярных коммуникационных мероприятий (конференций и т. п.).

При определении перспектив МНТС нельзя не учитывать и те глобальные вызовы, которые стоят перед человечеством и требуют совместных усилий на региональном или международном уровне. Глобальные вызовы во многом формируют многополярный научный мир, определяют приоритеты научно-технологического развития, отражающиеся в том числе в национальных стратегиях развития отрасли. Для выявления и анализа этих приоритетов в дополнение к другим методам широко используются различные экспертные опросы [European Commission, 2011; ICSU, 2011; Silbergliitt et al., 2006; UNIDO, TUBITAK, 2003]. В настоящее время наибольшее распространение получили дистанционная форма персонифицированного анкетирования, рабочие очные и онлайн-конференции [NISTEP, 2010, р. 28; Sokolov et al., 2014; Syrjänen et al., 2009].

В соответствии с изложенными методическими подходами в рамках нашего исследования были проведены:

- выявление научной специализации России и 25 других стран по пяти крупным и 39 детализированным научным направлениям (табл. 2). Поиск включал все актуальные базы данных системы Web of Science. Для каждой страны рассматривались такие индикаторы, как число публикаций, позиция в общем рейтинге по этому показателю, удельный вес отдельных отраслей науки в общем массиве публикаций страны, индекс специализации стран в конкретных научных областях;
- оценка масштабов и структуры совместных публикаций российских исследователей с коллегами из 25 стран (их числа, удельного веса в общем массиве публикаций отечественных ученых в международном соавторстве (в страновом разрезе) и динамики совместной публикационной активности в 2003–2014 гг.);
- экспертные опросы и интервью с советниками по науке посольств 15 зарубежных стран в России, представителями 38 ведущих российских университетов и научных организаций — участников международных программ, 530 зарубежными экспертами (онлайн) с целью получить дополнительные сведения о текущем состоянии и перспективах развития МНТС России, странах-партнерах,

<sup>2</sup> Подробнее о международных базах научного цитирования см.: [Brusoni et al., 2005; Brusoni, Genua, 2005; Yang, Meho, 2006; Fingerman, 2006; Falagas et al., 2008; Archambault et al., 2009].

формах и тематических областях сотрудничества с ними. Индивидуальные экспертные оценки были обобщены и аналитически обработаны. Респондентам были представлены перечни перспективных технологий и тематических направлений ИиР (в соответствии с Прогнозом научно-технологического развития России на период до 2030 г., утвержденным Председателем Правительства Российской Федерации 3 января 2014 г. [Гохберг, 2014]).

## Результаты библиометрического анализа

### Научная специализация

Проведенный анализ позволил прийти к следующим выводам. Научный профиль практически всех включенных в исследование стран корректируется вслед за возникновением новых технологических трендов (см. табл. 2). Наибольшую оперативность в этом отношении демонстрируют новые индустриальные и быстроразвивающиеся государства<sup>3</sup>. Так, за 10 лет про-

Табл. 2. Индекс научной специализации стран: 2003–2013 гг.

Область науки	Австрия	Великобритания	Германия	Испания	Италия	Нидерланды	Финляндия	Франция	Аргентина	Мексика	Бразилия	Индия	Китай	ЮАР	Израиль	Иран	Канада	США	Турция	Швейцария	Республика Корея	Малайзия	Сингапур	Тайвань	Япония
Промышленные биотехнологии						1.2				1.1	1.1	1.4						1.1	1.2	<b>1.9</b>	1.3	<b>3.0</b>	1.4	<b>1.7</b>	
Физика	1.1		1.4	1.0	1.2		1.4	1.1	1.4		1.2	1.2		1.2					1.2	1.4		1.4	1.3	<b>1.5</b>	
Технологии материалов											1.4	<b>2.2</b>			1.2				0.6	<b>1.9</b>	1.5	<b>1.6</b>	1.4	1.3	
Химия			1.0	1.2			1.0	1.1			<b>2.0</b>	1.6		<b>1.7</b>					0.9	1.4	1.4	1.2	1.0	1.3	
Экологические биотехнологии				1.1		1.1		1.3	1.3	1.1	<b>1.7</b>	1.0	1.3					1.0	0.9	<b>1.6</b>	<b>1.6</b>	1.1		1.3	
Нанотехнологии			1.0								1.4	<b>1.6</b>			1.3				1.0	<b>2.4</b>	1.8	<b>3.2</b>	<b>2.1</b>	1.2	
Фундаментальная медицина	1.0	1.1	1.1		1.3	1.3	1.0		1.1		1.2				1.1	1.2	1.3		1.2					1.2	
Прочие сельскохозяйственные науки				<b>2.1</b>	1.2	1.2		<b>2.3</b>	<b>1.6</b>	<b>1.9</b>	1.5		1.2	1.2	1.3			<b>1.9</b>	0.6	1.5	<b>2.3</b>		1.1	1.2	
Биология	1.2	1.1	1.1	1.2	1.0	1.1	1.2	1.1	<b>2.0</b>	1.5	1.4			1.6	1.1		1.2	1.2						1.1	
Механика и машиностроение					1.0		1.1					1.0	1.5		<b>1.8</b>				0.8	1.3	1.2	1.0	1.1	1.1	
Клиническая медицина	1.4	1.2	1.2		1.4	<b>1.6</b>	1.2	1.0							1.3		1.2	1.3	1.8	1.3				1.1	
Электроника, электронная техника, информационные технологии													<b>1.5</b>			1.3				0.6	1.5	1.8	<b>2.2</b>	<b>2.1</b>	1.0
Прочие технические науки											1.1	<b>1.9</b>			1.3				0.7	1.3	1.4	1.2	1.5	1.0	
Медицинские технологии	1.1				1.1	1.1										1.1	1.2		1.1	1.2	1.2	<b>1.9</b>	1.3	1.0	
Сельскохозяйственные науки				<b>1.6</b>	1.0	1.2		<b>2.1</b>	<b>2.0</b>	<b>3.1</b>	<b>1.6</b>			<b>1.6</b>	<b>1.5</b>	1.1		<b>1.8</b>	0.8			1.3		0.9	
Сельское хозяйство, лесное и рыбное хозяйство				<b>1.6</b>	1.0	<b>1.6</b>		<b>2.2</b>	<b>2.3</b>	<b>3.6</b>	<b>1.6</b>			<b>1.6</b>	<b>1.5</b>	1.3		1.3	0.7			1.2		0.9	
Энергетика и рациональное природопользование											1.1	<b>1.7</b>	1.1		1.4	1.0		1.3	0.7	1.0	<b>1.7</b>		1.1	0.8	
Междисциплинарные исследования	1.2	1.4	1.1		1.1	1.3	1.1	1.1	1.1			1.5	1.1	<b>1.9</b>	1.3		1.1	1.4		<b>1.5</b>		<b>1.8</b>		0.8	
Химические технологии				1.3					<b>1.7</b>	1.5	1.1	<b>1.7</b>	1.4	1.2		<b>2.6</b>			1.8	0.5	1.4	<b>2.2</b>	1.4	1.1	0.8
Компьютерные и информационные науки	1.0			1.0									<b>1.6</b>		1.1				0.7	1.2	<b>1.7</b>	<b>1.7</b>	<b>1.7</b>	0.8	
Науки о Земле	1.2	1.2	1.0	1.2	1.2	1.2	1.3	1.2	<b>1.7</b>	1.4		1.1	1.0	<b>1.8</b>			<b>1.4</b>	1.0	1.1	<b>1.3</b>				0.7	
Ветеринария	<b>1.4</b>	1.1			1.2	1.0			1.7	1.4	<b>3.6</b>			<b>1.9</b>	1.4				<b>2.8</b>	<b>1.4</b>					0.7
Математика	1.2		1.0	1.3	<b>1.3</b>			<b>1.5</b>	1.0	1.3			1.3	<b>1.9</b>	<b>1.5</b>				1.0	0.7					0.7
Животноводство				1.3	<b>1.4</b>	1.2			1.6	2.2	<b>3.4</b>	<b>2.6</b>		<b>2.0</b>		<b>1.7</b>	1.3		1.3	0.7					0.7
Строительство и архитектура													<b>2.0</b>			<b>1.7</b>	1.0		1.3	0.6	1.3	1.2	1.4	1.3	0.6
Науки о здоровье		<b>1.5</b>				<b>1.6</b>	<b>1.4</b>				1.9				<b>1.8</b>			<b>1.5</b>	<b>1.5</b>	1.2					0.5
СМИ и массовые коммуникации		1.2		1.3		1.1	<b>1.6</b>								<b>1.9</b>			1.2		0.5		<b>2.1</b>	<b>1.6</b>	1.3	0.2
Социологические науки		<b>1.7</b>				1.3									<b>1.8</b>	<b>1.6</b>	1.3	<b>1.5</b>		0.6		1.2			0.2

Примечания. Учитывались следующие виды документов на всех языках, во всех областях науки, индексируемых в Web of Science: статья (article), обзор (review), доклад на конференции (proceedings paper). Поиск велся по всем базам данных системы Web of Science. Данные актуальны по состоянию на первую половину сентября 2014 г.

Источник: расчеты авторов.

<sup>3</sup> Атрибутирование условно и служит лишь удобству изложения.

мышленные биотехнологии стали областью научной специализации в Сингапуре (ИНС 2.98), Малайзии (1.34), Китае (1.44), Бразилии (1.14), Индии (1.11); нанотехнологии — в Сингапуре (3.22), Тайване (2.12). Вместе с тем указанные страны сохраняют специализацию в таких традиционных областях, как сельское хозяйство (Бразилия — 3.59, Аргентина — 2.16), химия (Иран — 2.55), технологии материалов (Китай — 2.24). Большинство «старых» лидеров мировой экономики, как правило, поддерживают широкий профиль специализации и близкие значения ИНС между традиционными (физика, химия, медицина) и относительно новыми научными направлениями (биотехнологии, ИКТ и др.).

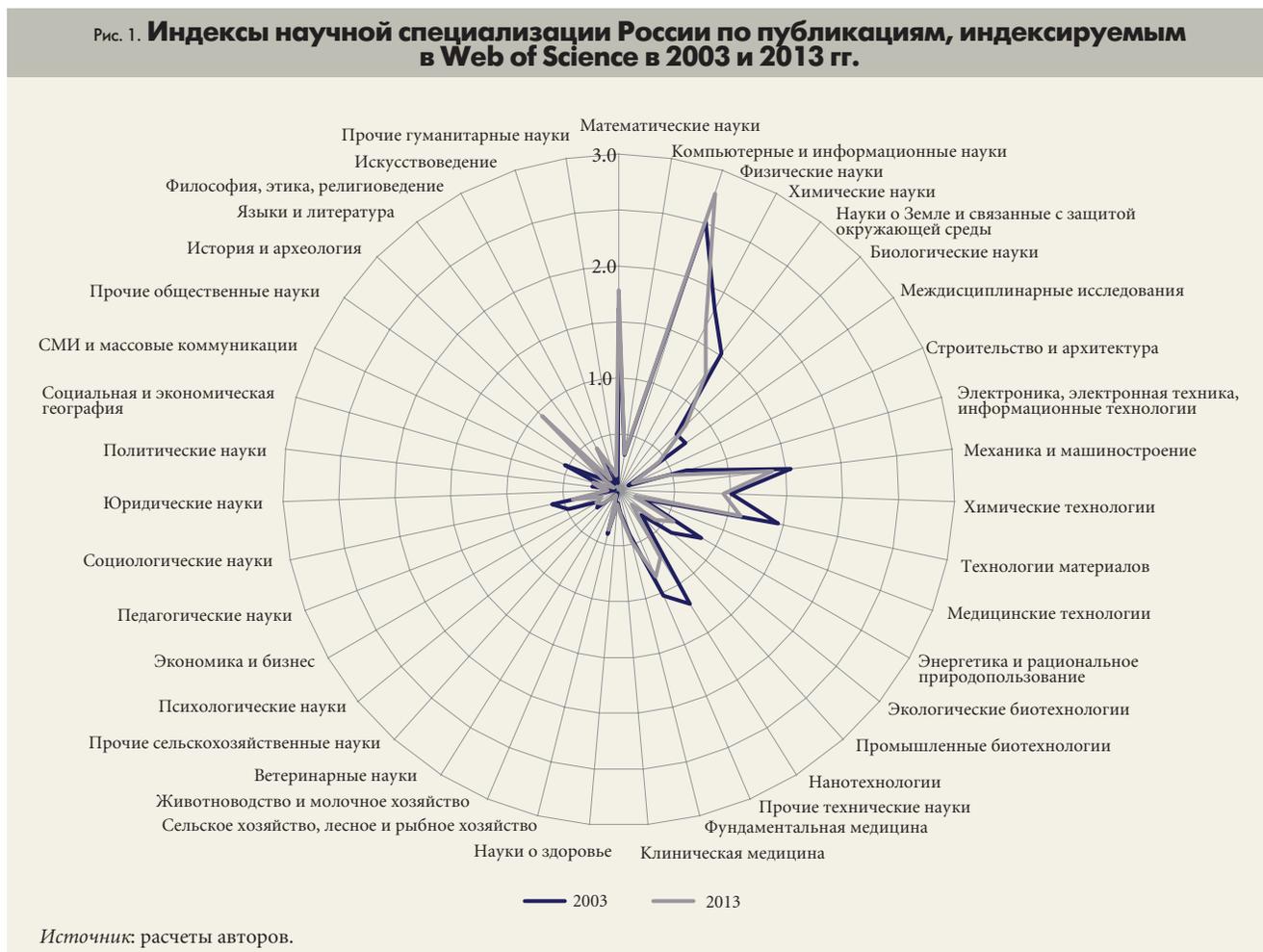
Абсолютными лидерами в большинстве отраслей науки остаются США, уступающие свои позиции лишь по некоторым направлениям. Так, Китай обошел США по числу публикаций в сфере технологий материалов в 2006 г.; компьютерных технологий, ИКТ и химии — в 2007 г.; новых химических технологий, строительства и архитектуры — в 2008 г. Вероятно, некоторые растущие экономики переживают сегодня стадию, пройденную ведущими мировыми экономиками 30–40 лет назад, когда специализации были менее четко классифицированы, а внимание уделялось сразу многим научным областям.

Публикационная активность российских ученых в 2003–2013 гг., по данным Web of Science, росла низкими темпами, а позиции страны в глобальном рей-

тинге ухудшались (табл. 3). России удалось закрепиться в первой двадцатке лидеров лишь в некоторых областях естественных наук: 6–7-е места по физике и 7–12-е — по химии. Значение ИНС по физике составляет 2.78, по математике и химии — 1.78. Превалирование публикаций по естественным и точным наукам привело к тому, что эти области стали играть решающую роль в определении научной специализации страны. В контексте проводимой в России технологической модернизации показательно, что ИНС по техническим наукам близок к 1, а по медицинским и сельскохозяйственным наукам не превышает 0.4.

Визуализация структуры научной специализации России по областям науки представлена на рис. 1. Очевидна диспропорция между относительно высокими индексами традиционных областей (физика, технологии материалов, механика и машиностроение) и низкими показателями общественных, гуманитарных, компьютерных наук, химических и нанотехнологий, а также в такой перспективной области, как промышленные биотехнологии. Даже предварительный анализ библиометрических данных определенно показывает, что проблема отечественной науки заключается не столько в отставании от технологически развитых стран, сколько в неоптимальной как по масштабам, так и по структуре концентрации усилий. Неточность в выборе приоритетов связана с особенностями развития российской экономики в новейшее время и наследием советской науки (бокс 1).

Рис. 1. Индексы научной специализации России по публикациям, индексируемым в Web of Science в 2003 и 2013 гг.



Источник: расчеты авторов.

Табл. 3. **Важнейшие характеристики публикационной активности российских ученых (по данным Web of Science за 2003–2013 гг.)\***

Годы	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Основные показатели публикационной активности России</b>											
Общее число публикаций	28 707	28 876	28 422	27 508	28 997	30 825	31 201	29 627	31 135	31 044	31 911
Позиция в мировом рейтинге по общему числу публикаций	11	12	13	15	15	16	16	16	17	17	17
Удельный вес в общемировом потоке публикаций (%)	2.74	2.64	2.45	2.24	2.16	2.16	2.08	2.01	2.01	1.88	1.93
<b>Области лидерства российской науки**</b>											
Физические науки	6	7	7	8	7	7	7	8	7	8	8
Математические науки	10	9	9	11	11	11	11	11	11	11	11
История и археология	11	11	10	10	10	12	10	9	9	9	11
Химические науки	7	8	8	10	10	9	11	11	11	12	12
Механика и машиностроение	8	9	11	11	11	12	11	13	12	13	12
Технологии материалов	9	9	10	10	11	10	10	13	11	12	12
<b>Области критического отставания российской науки**</b>											
Строительство и архитектура	40	18	42	36	40	38	52	52	60	56	47
Науки о здоровье	39	39	41	40	42	48	50	49	53	51	54
Прочие сельскохозяйственные науки	46	46	52	60	46	57	53	66	57	58	57
СМИ и массовые коммуникации	10	30	32	36	40	47	38	40	38	42	57
Животноводство и молочное хозяйство	70	73	71	57	67	64	76	68	91	79	68
Ветеринарные науки	58	68	80	62	70	67	67	69	73	67	69
<b>Основные тематические направления российской науки в базе данных Web of Science***</b>											
Физические науки	38.0	37.7	37.2	37.1	36.4	35.8	35.1	34.6	34.8	35.2	34.0
Химические науки	20.9	21.6	20.9	20.2	20.5	19.6	19.3	19.4	19.8	18.1	18.8
Биологические науки	10.7	11.1	10.4	10.9	10.9	10.6	10.4	11.3	11.0	11.1	10.9
Технологии материалов	9.3	9.8	8.5	9.3	8.7	8.8	8.4	7.9	8.8	8.9	9.1
Науки о Земле и связанные с защитой окружающей среды	8.6	8.6	8.1	8.7	7.9	8.5	8.6	8.2	7.9	7.6	7.9
Математические науки	6.8	7.1	7.9	7.8	7.1	8.1	8.1	8.4	8.0	8.1	7.3

*Примечания.*

\* Здесь и далее учитывались следующие виды документов на всех языках и во всех областях науки: статья (*article*), обзор (*review*), доклад на конференции (*proceedings paper*). Используются переходные ключи между классификаторами Web of Science Categories и системой классификации областей науки ОЭСР (OECD Fields of Science Classification; [http://incites.isiknowledge.com/common/help/h\\_field\\_category\\_oecd\\_wos.html](http://incites.isiknowledge.com/common/help/h_field_category_oecd_wos.html)).

\*\* Позиция России в мировом рейтинге по числу публикаций в соответствующей области науки.

\*\*\* Удельный вес соответствующих областей науки в общем числе российских публикаций (%).

Источник: расчеты авторов.

### Совместные публикации

Как показано на рис. 2, динамика числа совместных с другими странами российских публикаций имеет колебательный характер, а прирост за десятилетие составил чуть более 1%. Тем не менее сформировался устойчивый тренд на интенсификацию международного сотрудничества: расширяется круг стран-партнеров (в том числе постоянных), растет среднее число авторов одной совместной публикации (табл. 4). Сегодня, как и в советские годы, ключевые партнеры российских исследователей — коллеги из Германии и США (примерно по 26% общего числа совместных публикаций). В круг значимых партнеров входят также Франция, Великобритания и Италия, что объясняется как традиционными научными связями, так и направлениями эмиграции советских ученых после распада СССР.

В табл. 5 приведены данные по некоторым странам с наилучшими показателями международного соавторства с российскими учеными в абсолютном выражении либо по темпам прироста за период 2003–2014 гг. Из общего ряда выделяются Китай, демонстрирующий трехкратный рост, Австралия с четырехкратным и Турция — с семикратным увеличением

числа совместных публикаций отечественных ученых. Отмеченный тренд объясняется не только взаимными интересами, но и активным участием российских и зарубежных исследователей в крупных коллаборативных проектах класса Megascience (Большой адронный коллайдер в CERN и др.).

В табл. 6 представлено распределение совместных публикаций российских и зарубежных ученых по тематическим направлениям, отличающимся наибольшим числом (накопленным итогом за 2003–2014 гг.) либо максимальными темпами прироста. Как и следовало ожидать, в абсолютном выражении лидируют традиционные физические и математические науки, материаловедение, некоторые отрасли технических наук. Наиболее интенсивный рост публикационной активности зафиксирован в междисциплинарных исследованиях, нанотехнологиях, прикладной математике, металлургии, некоторых отраслях медицины. Вместе с тем наблюдается отрицательная динамика в таких приоритетных для России направлениях, как электроника, авиакосмическая техника, ядерная физика, ядерная наука и технологии, современные направления химии.

## Бокс 1. Векторы публикационной активности России: исторические особенности

Динамика российских публикаций в Web of Science в значительной мере определяется трендами, заложенными в советское время. В 1975 г. все типы публикаций ученых СССР в этой базе данных насчитывали 28.9 тыс. К 1990 г. этот уровень достиг 42.6 тыс., преодолев эту планку лишь в 2007 г. В 2014 г. совокупное число публикаций стран бывшего СССР составило 53.6 тыс. Для сравнения: в Китае число публикаций выросло с 62 в 1975 г. до 8152 в 1981 г., а к 2014 г. достигло уже 319.6 тыс.

Превалирование физических и химических наук в структуре отечественных публикаций носит долговременный, исторический характер. В 1975–1992 гг. в СССР удельный вес физических наук в общем числе публикаций увеличился с 19.9 до 28.2%, химических наук несколько снизился — с 30.9 до 24%.

Закрытость СССР от внешнего мира оказала влияние и на интенсивность сотрудничества советских исследователей с зарубежными коллегами, которая оставалась довольно низкой: удельный вес совместных публикаций в 1973 г. составлял лишь 1.25% (315 публикаций) и достиг 5.03% (2.1 тыс.) в 1990 г. В начале 1990-х гг. кооперация исследователей на постсоветском пространстве с иностранными учеными начала стремительно развиваться.

Источник: составлено авторами.

Уже в 1992 г. удельный вес совместных публикаций всех стран бывшего СССР достиг 10.6% (3.9 тыс.), а в 1994 — 16.7% (6.3 тыс.). В 1999 г. этот показатель вырос до 26.4% (10.9 тыс.), а к 2014 г. — до 32.3% (17.6 тыс. публикаций).

Ключевые каналы научного сотрудничества России также сложились в советское время, и к сегодняшнему дню существенно не изменились. Важнейшими научными партнерами СССР были Германия (в первую очередь ГДР) и в меньшей степени США. В 1973–1990 гг. на Германию приходилось 27% общего числа совместных с другими странами публикаций СССР, на США — 14%. С 1992 г. доля этих двух стран в общем числе совместных публикаций ученых стран бывшего СССР практически не меняется и колеблется в пределах 23–27%.

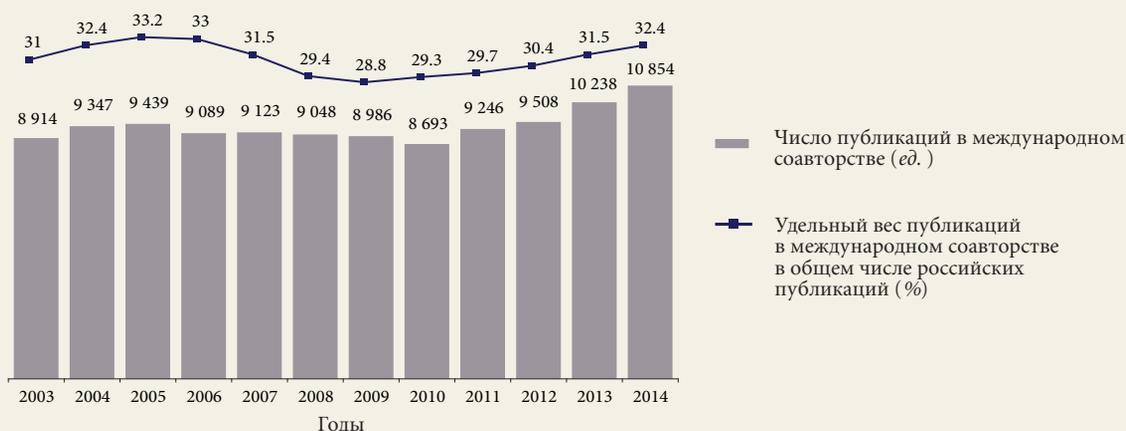
Определенное сходство наблюдается и в тематическом отношении. Так, в 1973–1990 гг. крупнейшими направлениями зарубежного научного сотрудничества СССР, фиксируемыми в Web of Science, были междисциплинарные исследования в области физических наук (10.4%), физика конденсированного состояния (9.6%), биохимия и молекулярная биология (7%), междисциплинарные химические исследования (5.9%), физическая химия (5.6%).

Табл. 4. Базовые характеристики совместных публикаций российских ученых с зарубежными коллегами в 2003–2014 гг.

Показатель	Годы											
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Число стабильных партнеров (100 и более публикаций за 2003–2014 гг.)	31	32	33	33	32	35	34	38	49	54	56	58
Число стран — партнеров России по международному соавторству	99	107	113	124	109	120	117	114	119	130	131	154
Среднее число стран — партнеров в совместной публикации	1.66	1.78	1.86	1.89	1.94	2.00	2.03	2.25	2.59	3.10	2.85	2.85

Источник: расчеты авторов по данным Web of Science на апрель 2015 г.

Рис. 2. Динамика совместных публикации России, индексируемых в базе данных Web of Science в 2003–2014 гг.



Источник: расчеты авторов.

Табл. 5. Страны – ключевые партнеры России по совместным научным публикациям

Страна	Удельный вес публикаций в общем числе российских публикаций в соавторстве (%)		Число совместных публикаций (ед.)		Прирост числа совместных публикаций за 2003–2014 гг. (%)
	2003 г.	2014 г.	2003 г.	2014 г.	
США	25.3	27.3	2257	2965	31.4
Германия	26.9	26.7	2400	2895	20.6
Франция	12.3	15.7	1096	1699	55.0
Великобритания	9.1	14.5	815	1571	92.8
<b>Китай</b>	2.9	9.7	262	1049	<b>300.4</b>
Швейцария	4.4	7.2	394	779	97.7
Финляндия	3.1	5.6	276	604	118.8
<b>Чехия</b>	2.2	5.4	192	589	<b>206.8</b>
<b>Бразилия</b>	1.7	5.0	154	542	<b>251.9</b>
<b>Австралия</b>	1.5	4.9	133	535	<b>302.3</b>
<b>Индия</b>	1.2	4.8	110	522	<b>374.5</b>
Республика Корея	2.9	4.6	257	503	95.7
<b>Австрия</b>	1.8	4.1	164	447	<b>172.6</b>
<b>Турция</b>	0.6	3.8	51	408	<b>700.0</b>
<b>Тайвань</b>	1.3	3.5	113	379	<b>235.4</b>

Источник: расчеты авторов по данным Web of Science на апрель 2015 г.

Табл. 6. Ведущие тематические области научно-технического сотрудничества России с зарубежными странами

Область науки	Число совместных публикаций (ед.)			Удельный вес в общем числе совместных публикаций России за период 2003–2014 гг. (%)	Прирост числа совместных публикаций за период 2003–2014 гг. (%)
	2003 г.	2014 г.	2003–2014 гг. (всего)		
Физика конденсированного состояния	1046	689	10 065	8.9	–34.1
Междисциплинарные исследования в области физики	859	787	9910	8.8	–8.4
Астрономия и астрофизика	604	858	8588	7.6	42.1
Прикладная физика	709	758	8317	7.4	6.9
Физика элементарных частиц и квантовая теория поля	558	739	7929	7.0	32.4
Междисциплинарные исследования в области материаловедения	574	799	7485	6.7	39.2
Физическая химия	552	694	6834	6.1	25.7
Оптика	363	483	4957	4.4	33.1
Атомная, молекулярная и физическая химия	430	382	4703	4.2	–11.2
Биохимия и молекулярная биология	421	365	4611	4.1	–13.3
Ядерная физика	420	319	4418	3.9	–24.0
Общая математика	247	329	3468	3.1	33.2
Ядерная наука и технология	341	199	3 244	2.9	–41.6
Приборостроение	266	244	2808	2.5	–8.3
Прикладная математика	180	290	2736	2.4	61.1
Электроника и электротехника	229	179	2344	2.1	–21.8
Нанотехнология	101	268	2158	1.9	165.3
Металлургия и материаловедение	127	202	1823	1.6	59.1
Междисциплинарные исследования	64	343	1578	1.4	435.9
Наука о полимерах	153	81	1371	1.2	–47.1
Клиническая биохимия	28	87	653	0.6	210.7
Энергетика и топливо	26	101	625	0.6	288.5
Авиакосмическая техника	84	20	569	0.5	–76.2
Исследования заболеваний	13	45	315	0.3	246.2

Источник: расчеты авторов по данным Web of Science на апрель 2015 г.

На основе библиометрического анализа научной специализации и совместных публикаций российских и зарубежных ученых была составлена матрица вероятных направлений долговременной устойчивой исследовательской кооперации по отраслям наук и странам, фрагмент которой приведен в табл. 7. Вопреки неблагоприятным внешнеполитическим условиям перспективным и желательным для России остается сотрудничество с глобальными лидерами, странами БРИКС, а также с некоторыми новыми развитыми экономиками, демонстрирующими высокие темпы публикационной активности в отдельных научных областях. Анализ библиометрических данных обнажает абсолютный провал нашей страны в таких направлениях, как клеточная и тканевая инженерия, нейровизуализация, робототехника, медицинская информатика и др. Как правило, эти области принадлежат к числу наиболее передовых, что создает объективные препятствия для поиска партнеров в реализации профильных проектов. По-видимому, здесь необходимы специальные меры поддержки отечественных разработок или обеспечение доступа к зарубежным достижениям.

## Итоги экспертного опроса

Проведенный в дополнение к библиометрическому анализу экспертный опрос участников международных программ с российской стороны помог выявить партнерские страны и организации, области и инструменты сотрудничества, а также получить индивидуальные оценки квалифицированных экспертов о перспективах развития МНТС.

В опросе приняли участие биологи, физики, математики, химики, геологи, представители медицинской и технических наук, сотрудники крупных многопрофильных организаций, работающих в широком диапазоне дисциплин (Сколковский институт науки и технологий, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Томский политехнический университет, Институт океанологии РАН, Южный федеральный университет, Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, Воронежский государственный университет и др.). Деятельность каждой из них связана с одним или несколькими принятыми в настоя-

Табл. 7. **Возможные географические векторы развития международных научных связей России в отдельных областях науки**

Страна	Области науки								
	Клиническая медицина	Промышленные биотехнологии	Компьютерные и информационные науки	Строительство и архитектура	Электроника и электронная техника	Экологические биотехнологии	Науки о здоровье	Ветеринария	Сельскохозяйственные науки
Австрия	X		X					X	
Великобритания	X						X	X	
Германия	X								
Испания			X			X			X
Италия	X							X	X
Нидерланды	X						X	X	
Финляндия	X	X				X	X		X
Франция	X								
Канада	X			X			X		X
США	X						X		
Швейцария	X	X					X	X	
Япония	X	X			X	X			
Аргентина						X		X	X
Мексика						X		X	X
Бразилия		X				X	X	X	X
Индия		X				X			X
Китай		X	X	X	X	X			
ЮАР						X	X	X	X
Иран			X	X	X			X	X
Турция	X	X		X		X		X	X
Израиль	X								
Республика Корея		X	X	X	X	X			
Малайзия		X	X	X	X	X			X
Сингапур		X	X	X	X	X			
Тайвань		X	X	X	X				

Источник: составлено авторами.

Рис. 3. **Приоритетные области науки и технологий РФ**  
(удельный вес респондентов, выбравших соответствующий вариант ответа, %)



Примечание. Сумма превышает 100%, так как респонденты могли выбрать несколько вариантов ответов.

Источник: результаты опроса, проведенного ИСИЭЗ НИУ ВШЭ.

щее время приоритетными направлениями развития науки, техники, технологий (рис. 3).

География международного сотрудничества респондентов в научно-технологической сфере крайне обширна и охватывает десятки стран (рис. 4). Ключевыми партнерами опрошенных организаций остаются мировые лидеры — Германия, США, Китай, Великобритания и Япония, что согласуется и с библиометрическими данными.

В ближайшие 5–10 лет, по мнению экспертов, ведущие страны останутся основными партнерами России в научно-технологической сфере. К ним могут присоединиться Швеция, Нидерланды, Финляндия, Испания, Норвегия, Австрия, Сингапур, Швейцария, Чехия, Бразилия, Казахстан и др.

Что касается условий развития МНТС, то, как отмечают респонденты, многие барьеры в этой сфере порождены внутренними обстоятельствами, связанными с общим усложнением экономической ситуации в стране: ослаблением рубля, бюджетным дефицитом, инертностью отечественной бюрократии. Вместе с тем почти 45% опрошенных заявили, что уже ощутили негативное влияние внешнеполитических условий.

К числу барьеров и ограничений на пути развития МНТС были отнесены:

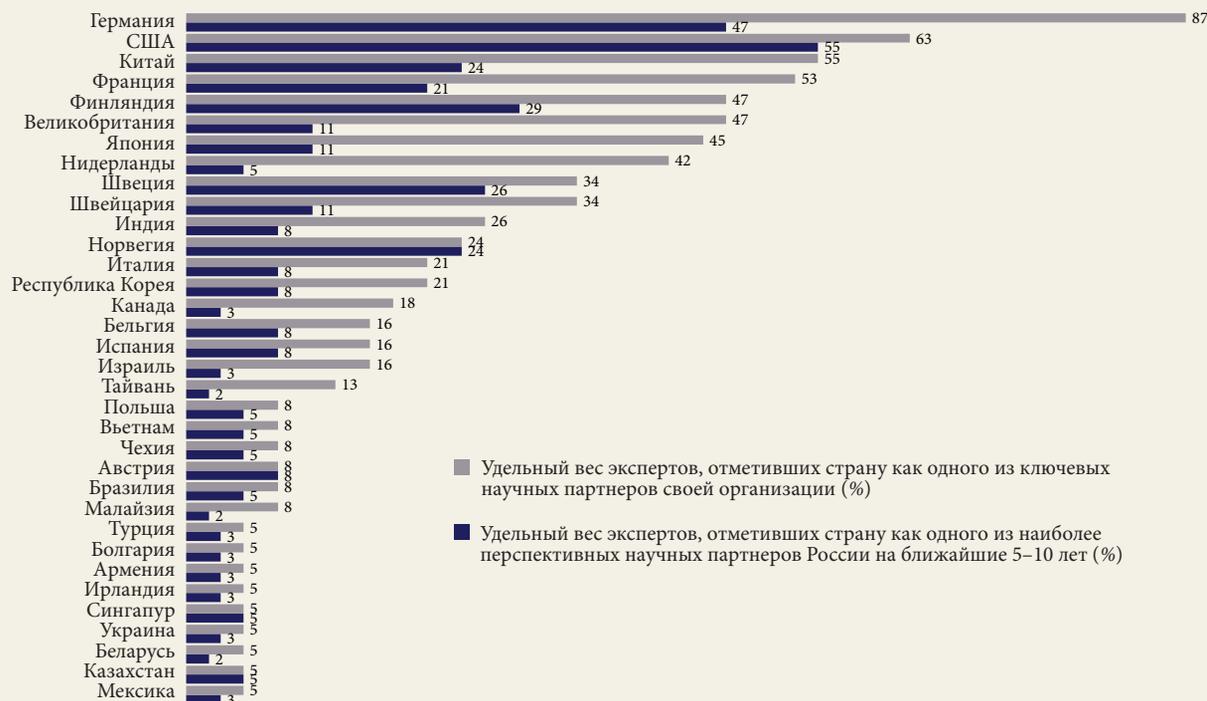
- снижение интенсивности сотрудничества, включая сокращение числа заключаемых контрактов; ограничение доступа к финансированию по линии рамочных программ Европейского союза; приостановка ряда международных проектов из-за попадания под санкции значительной части электронной компонентной базы для проведения ИиР, современного оборудования и технологий; сокращение возможностей работы российских ученых в международных лабораториях;
- общее усложнение отношений с партнерами вплоть до сокращения деловой переписки;
- задержки и иные проблемы с закупками и поставкой оборудования и расходных материалов;

- сокращение взаимодействия с иностранными государственными учреждениями (например, совместные программы с Россией свернула американская организация US Geological Survey — лидер в области мониторинга окружающей среды);
- отказ от публикации статей международными журналами, ранее охотно сотрудничавшими с российскими авторами;
- лимитирование грантовых средств, выделяемых российским участникам международных конференций;
- рост стоимости реализации научных работ вследствие ослабления рубля;
- трудности с получением виз для научных сотрудников;
- сложности с привлечением зарубежных профессоров;
- отток иностранных специалистов и т. п.

Многие респонденты указали на настороженное отношение к российским ученым зарубежных коллег, даже имеющих опыт длительного сотрудничества. Иностранцы опасаются, что участие организации из России может негативно повлиять на судьбу проекта и поставить под угрозу получение финансирования от национальных или международных структур. В ряде случаев эту тенденцию удается переломить в ходе переговоров. Фактор долгосрочности контактов позволяет частично компенсировать негативное влияние внешнеполитических условий. Вместе с тем эксперты отмечают сравнительно большую устойчивость связей с университетами и частными компаниями. Приводились примеры научной кооперации в сходных обстоятельствах времен холодной войны — например, в сфере оптических и лазерных технологий в биологии и медицине.

Одним из следствий текущей внешнеполитической обстановки, по оценке экспертов, станет расширение географии международного сотрудничества России в научно-технологической сфере, где более заметную

**Рис. 4. Страны, с которыми организации-респонденты осуществляют сотрудничество в научно-технологической сфере в настоящее время, и наиболее перспективные для сотрудничества в ближайшие 5–10 лет**



Источник: результаты опроса.

роль станут играть партнеры из стран БРИКС, АСЕАН, АТЭС<sup>4</sup>. В табл. 8 сформирован перечень приоритетов МНТС России как синтез итогов библиометрического анализа и экспертного опроса.

### Заключение

Приведенные в статье подходы к выбору приоритетов МНТС имеют ряд очевидных ограничений, отмеченных в описании методики исследования. Однако цель определения конкретных партнеров по кооперации не только не ставилась авторами, но, как показывает международная практика, и не требует постановки. Более насущной задачей является обобщение аналитических данных и оценок, полезных лицам, принимающим решения на основе изучения всей доступной информации и переговоров с партнерами. Оперирование более разнообразными данными в конечном счете лучше отвечает национальным интересам России, в том числе в контексте преодоления последствий экономических и политических кризисов, реализации целей модернизации страны и обеспечения научных достижений мирового уровня. Интенсификация и наращивание масштабов международной кооперации служат ключевыми факторами выхода на целевые индикаторы развития отечественного научно-технологического комплекса.

Действующая модель МНТС должна быть радикально усовершенствована в интересах усиления роли страны как равноправного участника международных

отношений в научно-технологической сфере. В числе фактических и потенциальных преимуществ, извлекаемых Россией из взаимодействия с зарубежными государствами в сфере науки, технологий и инноваций, наибольшую ценность представляют долговременные связи с ведущими исследовательскими центрами и учеными в целях приращения и трансфера знаний; тематическое и географическое расширение спектра направлений МНТС; совершенствование форм и механизмов интеграции в глобальный контекст; участие в решении мировых проблем, имеющих в том числе и национальное измерение и др. В стратегической перспективе можно рассчитывать на углубление партнерских отношений практически со всеми государствами.

### Источники финансирования и выражение признательности

Статья подготовлена по результатам проекта «Определение приоритетных направлений и ключевых инструментов международного научно-технического сотрудничества России с ведущими зарубежными странами в рамках формирования системы научно-технологического прогнозирования Российской Федерации» (соглашение о предоставлении субсидии от 16.10.2014 г. № 14.602.21.0006 с Минобрнауки России в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы», уникальный идентификатор научно-исследовательской работы — RFMEFI60214X0006).

<sup>4</sup> Хотя библиометрический анализ подтвердил наличие фактического потенциала для кооперации только у отдельных стран этих групп и по конкретным научным направлениям.

Табл. 8. **Приоритеты научно-технического сотрудничества России с зарубежными странами**

№	Направления научно-технического сотрудничества	Страны	Типы исследований		
			Фундаментальные	Прикладные	Фундаментальные + прикладные
<b>Информационно-коммуникационные технологии</b>					
1.	Компьютерные архитектуры и системы	Германия, Израиль	x	x	x
2.	Телекоммуникационные технологии	Германия, Израиль	x	x	x
3.	Технологии обработки и анализа информации	Германия, США, Индия Германия	x	x	x
4.	Элементная база и электронные устройства, робототехника	Германия			x
5.	Предсказательное моделирование, функционирование перспективных систем	Франция Страны ЕС	x		x
6.	Информационная безопасность				
7.	Алгоритмы и программное обеспечение	Израиль, Германия, Италия	x	x	x
<b>Биотехнологии</b>					
8.	Научно-методическая база исследований в области биотехнологий	Испания, Япония, Швеция, Франция, Германия Великобритания, Израиль, США, Бельгия Великобритания, Израиль	x	x	x
9.	Промышленные биотехнологии	КНР, Франция, Германия	x	x	x
10.	Агробиотехнологии	США, Германия, Великобритания, Япония, Франция, Германия Нидерланды Польша	x	x	x
11.	Экологические биотехнологии	Нидерланды, Бразилия Великобритания, Италия, Франция, Германия	x	x	x
12.	Пищевые биотехнологии	Нидерланды Италия, Испания, Франция, Германия	x	x	x
13.	Лесные биотехнологии	Финляндия Франция, Германия	x	x	x
14.	Аквабиоккультура	Франция, Германия, Норвегия	x	x	x
<b>Медицина и здравоохранение</b>					
15.	Перспективные лекарственные кандидаты	США, Германия, Индия Великобритания, Франция Швеция, КНР	x	x	x
16.	Молекулярная диагностика	США, Сингапур, Тайвань, Япония, Португалия, КНР, Германия, Армения, Великобритания, Финляндия Италия, Франция Швеция, Норвегия	x	x	x
17.	Молекулярное профилирование и выявление молекулярных и клеточных механизмов патогенеза	США, Германия, Швеция Япония, Великобритания Франция, Китай, Италия	x	x	x
18.	Биомедицинские клеточные технологии	Япония Португалия Швеция, США, Швеция, Великобритания Германия, Италия	x	x	x
19.	Биодеградируемые и композиционные материалы медицинского назначения	Германия, Израиль, Швейцария Франция	x	x	x
20.	Биоэлектродинамика и лучевая медицина	США, Израиль Китай, Финляндия, Германия Франция	x	x	x
21.	Геномная паспортизация человека	США, Великобритания, Сингапур, Япония, Швеция	x	x	x
<b>Новые материалы и нанотехнологии</b>					
22.	Конструкционные и функциональные материалы	США, Германия, Япония, Италия Финляндия Франция, Израиль	x	x	x
23.	Гибридные материалы, конвергентные технологии, биомиметические материалы и материалы медицинского назначения	США КНР, Испания Германия, Финляндия	x	x	x
24.	Компьютерное моделирование материалов и процессов	США, Германия, Япония, Финляндия, Израиль, Великобритания КНР	x	x	x

Продолжение табл. 8

25.	Диагностика материалов	США, Германия, Япония, Италия	x	x	x
		Финляндия		x	
<b>Рациональное природопользование</b>					
26.	Сохранение благоприятной окружающей среды и обеспечение экологической безопасности	Германия, Швеция, США, КНР	x		
		Страны ЕС, Япония, Республика Корея, Венгрия	x	x	x
		Казахстан, Саудовская Аравия, Германия, США		x	
27.	Мониторинг состояния окружающей среды, оценка и прогнозирование чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера	Норвегия, США, Франция, Япония, страны-участники Всемирной метеорологической организации ООН, страны ЕС, Южная Корея, Италия, Германия,	x	x	x
		Великобритания	x	x	x
		Финляндия, Саудовская Аравия		x	
		Финляндия, Швеция	x		
28.	Изучение недр, поиск, разведка и комплексное освоение минеральных и углеводородных ресурсов, а также техногенного сырья	Саудовская Аравия, Германия, США		x	
29.	Изучение и освоение ресурсов Мирового океана, Арктики и Антарктики	США, Германия, Норвегия, Франция, Финляндия	x	x	x
		Саудовская Аравия		x	
<b>Транспортные и космические системы</b>					
30.	Развитие единого транспортного пространства	Финляндия, Бразилия		x	
		Канада, США, Германия, Франция, Италия	x	x	x
31.	Повышение безопасности и экологичности транспортных систем	Швеция, США	x		
		Германия, Франция, Бразилия	x	x	x
		Нидерланды	x	x	
32.	Перспективные транспортные и космические системы	США, Германия	x		
		Франция, КНР	x	x	x
		Нидерланды	x	x	
<b>Энергоэффективность и энергосбережение</b>					
33.	Эффективная разведка и добыча ископаемых топлив	Саудовская Аравия, Германия, США	x	x	x
34.	Эффективная и экологически чистая теплоэнергетика	Германия, США	x		
		Саудовская Аравия		x	
		Франция			
35.	Безопасная атомная энергетика	Саудовская Аравия		x	
		Германия, США	x		
36.	Эффективное использование возобновляемых видов энергии	Чехия	x		
		Саудовская Аравия		x	
		Германия, Великобритания, Бразилия	x	x	x
37.	Перспективная биоэнергетика	Саудовская Аравия		x	
38.	Глубокая переработка органических топлив	Саудовская Аравия		x	
39.	Эффективное аккумулирование электрической и тепловой энергии	Саудовская Аравия		x	
40.	Водородная энергетика	Саудовская Аравия, Германия, США		x	
41.	Эффективная транспортировка топлива и энергии	Саудовская Аравия		x	
42.	Интеллектуальные энергетические системы будущего	Германия, США, Канада	x	x	x
		Саудовская Аравия		x	
43.	Эффективное потребление энергии	Саудовская Аравия, Германия, США		x	
44.	Моделирование перспективных энергетических технологий и систем	США	x		
		Саудовская Аравия		x	
		Страны ЕС, Германия, Франция	x	x	x
45.	Разработка прогрессивной электронной компонентной базы для энергетика	Саудовская Аравия		x	
		Германия, КНР, США	x	x	x
46.	Новые материалы и катализаторы для энергетика будущего	США, Великобритания, страны БРИКС, Германия, Нидерланды, Франция	x	x	x
		Саудовская Аравия,		x	
		Австралия	x	x	

Примечание. Перечень направлений на втором уровне детализации представлен в соответствии с Прогнозом научно-технологического развития России на период до 2030 г. [Гохберг, 2014].

Источник: составлено авторами.

- Гохберг Л.М. (ред.) (2014) Прогноз научно-технологического развития России: 2030. М.: Минобрнауки России; НИУ ВШЭ.
- Гохберг Л.М., Заиченко С.А., Китова Г.А., Кузнецова Т.Е. (2011) Научная политика: глобальный контекст и российская практика. М.: Издательский дом НИУ ВШЭ.
- Гохберг Л.М., Кузнецова Т.Е. (2012) Инновации как основа экономического роста и укрепления позиций России в глобальной экономике // Вестник международных организаций. № 2. С. 101–117.
- Гохберг Л.М., Кузнецова Т.Е. (2011) Стратегия 2020: новые контуры российской инновационной политики // Форсайт. Т. 5. № 4. С. 8–30.
- Гохберг Л.М., Сагиева Г.С. (2007) Российская наука: библиометрические индикаторы // Форсайт. Т. 1. № 1. С. 44–53.
- Гутникова А.С., Насыбулина Е.Г., Пикалова А.Г. (2013) Инструменты научно-технического сотрудничества России и ЕС // Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика. Т. 9. № 1. С. 107–123.
- Коцемир М.Н. (2012) Динамика российской и мировой науки сквозь призму международных публикаций // Форсайт. Т. 6. № 1. С. 38–58.
- Abramo G., D'Angelo C., Di Costa F. (2014) A new bibliometric approach to assess the scientific specialization of regions // Research Evaluation. Vol. 23. № 2. P. 183–194.
- Acosta M., Coronado D., Ferrándiz E., León M.D. (2014) Regional scientific production and specialization in Europe: The role of HERD // European Planning Studies. Vol. 22. № 5. P. 949–974.
- Aksnes D.W., van Leeuwen T.N., Sivertsen G. (2014) The effect of booming countries on changes in the relative specialization index (RSI) on country level // Scientometrics. Vol. 101. № 2. P. 1391–1401.
- Archambault É., Campbell D., Gingras Y., Larivière V. (2009) Comparing bibliometric statistics obtained from the Web of Science and Scopus // Journal of the American Society for Information Science and Technology. Vol. 60. № 7. P. 1320–1326.
- Arencibia-Jorge R., de Moya-Anegón F. (2010) Challenges in the study of Cuban scientific output // Scientometrics. Vol. 83. № 3. P. 723–737.
- Arroio A., Scerri M. (eds.) (2013) The Promise of Small and Medium Enterprises: BRICS National Systems of Innovation. New Delhi: Routledge.
- Arzumanyan T., Hasanov A., Meerovskaya O., Dolidze T., Bakradze N., Magzieva K., Magzieva S., Bakashova J., Porcescu S., Grozav D., Pikalova A., Proskuryakova L., Mirsaidov I., Jumakuliev D., Yashenkov V., Koval O., Saidov R., Komilova D. (2012) White Paper on Opportunities and Challenges in View of Enhancing the EU Cooperation with Eastern Europe, Central Asia, and South Caucasus in Science, Research, and Innovation. Athens: Citronio. Режим доступа: [http://www.increast.eu/\\_media/White\\_Paper\\_on\\_EU-EECA\\_Cooperation\\_in\\_STI\\_final\\_April2012.pdf](http://www.increast.eu/_media/White_Paper_on_EU-EECA_Cooperation_in_STI_final_April2012.pdf), дата обращения: 29.09.2015.
- Barré R. (1987) A strategic assessment of the scientific performance of five countries // Science and Technology Studies. Vol. 5. № 1. P. 32–38.
- Barré R. (1991) Clustering research fields for macro-strategic analysis: A comparative specialization approach // Scientometrics. Vol. 22. № 1. P. 95–112.
- Basu A., Kumar B.V. (2000) International collaboration in Indian scientific papers // Scientometrics. Vol. 48. № 3. P. 381–402.
- Bongioanni I., Daraio C., Moed H.F., Ruocco G. (2014) Disciplinary Profiles and Performance of Research Systems: A World Comparison at the Country Level // Proceedings of the Science and Technology Indicators Conference «Context Counts: Pathways to Master Big and Little Data». Leiden. Leiden. P. 50–63. Режим доступа: <http://sti2014.cwts.nl/download/f-y2w2.pdf>, дата обращения: 29.09.2015.
- Bongioanni I., Daraio C., Ruocco G. (2013) A quantitative measure to compare the disciplinary profiles of research systems and their evolution over time. Department of Computer, Control and Management Engineering Working Paper № 2013-010. Roma: Università degli Studi di Roma “La Sapienza”. Режим доступа: [http://ebrp.elsevier.com/pdf/2012\\_Proposal7.pdf](http://ebrp.elsevier.com/pdf/2012_Proposal7.pdf), дата обращения: 29.09.2015.
- Brusoni S., Criscuolo P., Geuna A. (2005) The knowledge bases of the world's largest pharmaceutical groups: What do patent citations to non-patent literature reveal? // Economics of Innovation and New Technology. Vol. 14. № 5. P. 395–415.
- Brusoni S., Geuna A. (2006) The key characteristics of sectoral knowledge bases: An international comparison // New Frontiers in the Economics of Innovation and New Technology: Essays in Honour of Paul A. David / Eds. C. Antonelli, D. Foray, B.H. Hall, W.E. Steinmueller. Cheltenham: Edward Elgar. P. 361–387.
- Cassiolato J., Zucoloto G., Abrol G. et al. (eds.) (2013) Transnational Corporations and Local Innovation: BRICS National Systems of Innovation. New Delhi, Routledge.
- Chinchilla-Rodríguez Z., Vargas-Quesada B., Hassan-Montero Y., González-Molina A., Moya-Anegón F. (2010) New approach to the visualization of international scientific collaboration // Information Visualization. Vol. 9. № 4. P. 277–287.
- Confraria H., Godinho M.M. (2014) The impact of African science: A bibliometric analysis // Scientometrics. Vol. 102. № 2. P. 1241–1268.
- Ding Y. (2011) Scientific collaboration and endorsement: Network analysis of coauthorship and citation networks // Journal of Informetrics. Vol. 5. № 1. P. 187–203.
- Dumont M., Meeusen W. (2000) The network of joint research projects and agreements // The National System of Innovation in Belgium / Eds. H. Capron, W. Meeusen. Heidelberg: Physica Verlag. P. 137–172.
- El Alami J., Dore J.C., Miquel J.F. (1992) International scientific collaboration in Arab countries // Scientometrics. Vol. 23. № 1. P. 249–263.
- European Commission (2011) iKNOW ERA Toolkit. Applications of Wild Cards and Weak Signals to the Grand Challenges & Thematic Priorities of the European Research Area. Brussels: European Commission.
- European Commission (2012) Enhancing and focusing EU international cooperation in research and innovation: A strategic approach. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee Of The Regions. Brussels: European Commission.
- EU-Russia Year of Science. A Celebration of Joint Achievements in EU-Russia Cooperation in Science, Technology and Innovation. European Union, 2013. Режим доступа: [http://eeas.europa.eu/delegations/russia/documents/eu\\_russia/fields\\_of\\_cooperation/brochure\\_eu-russia\\_yosscience.pdf](http://eeas.europa.eu/delegations/russia/documents/eu_russia/fields_of_cooperation/brochure_eu-russia_yosscience.pdf), дата обращения: 29.09.2015.
- Falagas M.E., Pitsouni E.I., Malietzis G.A., Pappas G. (2008) Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: Strengths and Weaknesses // The FASEB Journal. Vol. 22. № 2. P. 338–342.
- Fingerman S. (2006) Web of Science and Scopus: Current features and capabilities // Issues in Science and Technology Librarianship. Vol. 48. № 4 (electronic version). Режим доступа: <http://www.isl.org/06-fall/electronic2.html>, дата обращения 08.07.2015.
- Geuna A. (2001) Evolution of specialisation: Public research in the chemical and pharmaceutical industries // Research Evaluation. Vol. 10. № 1. P. 67–79.
- Glänzel W. (2001) National characteristics in international scientific co-authorship relations // Scientometrics. Vol. 51. № 1. P. 69–115.
- Gokhberg L., Gorodnikova N., Kuznetsova T., Sokolov A., Zaichenko S. (2009) Prospective Agenda for Science and Technology and Innovation Policies in Russia // BRICS and Development Alternatives: Innovation Systems and Policies / Eds. J.E.Cassiolato, V. Vitorino. London, New York: Anthem Press.
- Gokhberg L., Zaytseva A., Kuznetsova T. (2012) Building a BRICS framework for science, technology and innovation // BRICS: The 2012 New Delhi Summit. London: Newsdesk Communications Ltd. P. 60–61.

- Gómez I., Fernández M.T., Méndez A. (1995) Collaboration patterns of Spanish scientific publications in different research areas and disciplines // *International Society for Scientometrics and Informetrics. International conference proceedings*. P. 187–196. Режим доступа: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/9751/1/20090121120832198.pdf>, дата обращения 29.09.2015.
- Grupp H. (1995) Science, high technology, and the competitiveness of EU countries // *Cambridge Journal of Economics*. № 19. P. 209–223.
- Grupp H., Schmoch U., Hinze S. (2001) International alignment and scientific regard as macro-indicators for international comparisons of publications // *Scientometrics*. Vol. 51. № 2. P. 359–380.
- Hoekman J., Frenken K., Tijssen R.J. (2010) Research collaboration at a distance: Changing spatial patterns of scientific collaboration within Europe // *Research Policy*. Vol. 39. № 5. P. 662–673.
- ICSU (2011) ICSU Foresight Analysis Report 1: International Science in 2031 – Exploratory Scenarios. Paris: International Council for Science.
- Jarneving B. (2009) The publication activity of Region Västra Götaland: A bibliometric study of an administrative and political Swedish region during the period 1998–2006 // *Information Research*. Vol. 14. № 2. Paper 397. Режим доступа: <http://www.informationr.net/ir/14-2/paper397.html>, дата обращения 17.06.2015.
- Kahn M., de Melo L., Pessoa M. (eds.) (2013) *Financing Innovation: BRICS National Systems of Innovation*. New Delhi: Routledge.
- Katz J.S., Martin B.R. (1997) What is research collaboration? // *Research Policy*. Vol. 26. № 1. P. 1–18.
- Klitkou A., Solum N.H., Olsen T.B., Kallerud E., Søgne R. (2005) Priorities, strengths and comparative advantage in Norwegian research, viewed in relation to the cooperation with South Africa. Working Paper 25/2005. Oslo: NIFU STEP.
- Laursen K., Salter A. (2005) The fruits of intellectual production: Economic and scientific specialisation among OECD countries // *Cambridge Journal of Economics*. Vol. 29. № 2. P. 289–308.
- Luukkonen T., Tijssen R., Persson O., Sivertsen G. (1993) The measurement of international scientific collaboration // *Scientometrics*. Vol. 28. № 1. P. 15–36.
- Murmann J.P. (2012) The co-development of industrial sectors and academic disciplines // *Science and Public Policy*. Vol. 40. P. 229–246.
- Nagpaul P.S., Pant N. (1993) Cross-national assessment of specialization patterns in chemistry // *Scientometrics*. Vol. 27. № 2. P. 215–235.
- NISTEP (2010) *The 9th Science and Technology Foresight — Contribution of Science and Technology to Future Society*. Tokyo: Science and Technology Foresight Center National Institute of Science and Technology Policy. Режим доступа: <http://www.nistep.go.jp/achievements/jpn/rep140j/idx140j.html>, дата обращения 17.06.2015.
- OECD (1988) *Principles for International Co-operation in Science and Technology*. C(88)60/Final. Paris: OECD.
- OECD (1995) *International Technology Cooperation Involving Enterprises*. C(95)182/FINAL. Paris: OECD.
- OECD (2012a) *Meeting Global Challenges through Better Governance*. Paris: OECD.
- OECD (2012b) *Building international STI linkages* // *OECD Science, Technology and Industry Outlook*. Paris: OECD. P. 200–204.
- OECD (2014) *The Innovation Policy Platform*. Paris: OECD. Режим доступа: <https://www.innovationpolicyplatform.org>, дата обращения 14.10.2014.
- OECD (2015) *OECD Innovation Strategy 2015 — An Agenda for Policy Action*. Paris: OECD.
- Pečlin S., Južnič P. (2012) Research in the fields of medicine in Slovenia — Research potential, funding, and publications // *Zdravniški Vestnik*. Vol. 81. № 9. P. 602–617.
- Perc M. (2010) Growth and structure of Slovenia's scientific collaboration network // *Journal of Informetrics*. Vol. 4. № 4. P. 475–482.
- Pianta M., Archibugi D. (1991) Specialization and size of scientific activities: A bibliometric analysis of advanced countries // *Scientometrics*. Vol. 22. № 3. P. 341–358.
- Scerri M., Soares M., Maharaj R. (eds.) (2013) *Inequality and Development Challenges: BRICS National Systems of Innovation*. New Delhi: Routledge.
- Scerri M., Lastres H. (eds.) (2013) *The Role of the State: BRICS National Systems of Innovation*. New Delhi: Routledge.
- Schneider J.W., Aksnes D.W., Faurbæk L., Finnbjörnsson P., Fröberg J., Gunnarsson M., Sveinsdóttir Morthens S.G. (2010) Bibliometric research performance indicators for the Nordic countries. A publication from the NORIA-net “The use of bibliometrics in research policy and evaluation activities”. NORIA-net Report № 3. Oslo: NordForsk.
- Silberglitt R., Antón Ph.S., Howell D.R., Wong A. (2006) *The global technology revolution 2020, in-depth analysis: Bio/Nano/Materials/Information trends, drivers, barriers and social applications*. RAND Corporation.
- Sokolov A., Haegeman K., Spiesberger M., Boden M. (2014) Facilitating EU-Russian Scientific and Societal Engagement: Joint Efforts to Tackle Grand Challenges // *Science & Diplomacy*. Vol. 3. № 4 (electronic version). Режим доступа: <http://www.sciencediplomacy.org/article/2014/facilitating-eu-russian-scientific-and-societal-engagement>, дата обращения 15.06.2015.
- Spiesberger M., Mienert M., Sonnenburg J., Haegeman K., Ozkan O., Sokolov A., Veselitskaya N., Weiss G., Kahle A., Schuch K., Haliloglu I., Kuklina I., Marinelli E., Balashova M. (2013) Working Document: Towards a Vision for Research, Technology and Innovation Cooperation between Russia and the EU, its Member States and Associated Countries. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Syrjänen M., Ito Y., Ahola E. (eds.) (2009) *Foresight for Our Future Society – Cooperative project between NISTEP (Japan) and Tekes (Finland)*. Tekes Review 242/2009, NISTEP Policy Study № 14. NISTEP, Tekes. Режим доступа: <http://www.nistep.go.jp/achievements/pol014e/pdf/pol014e.pdf>, дата обращения 15.08.2015.
- Tijssen R.J., van Leeuwen T.N., van Raan A.F. (2002) *Mapping the scientific performance of German medical research: An international comparative bibliometric study*. Stuttgart: Schattauer Verlag.
- Tuzi F. (2005) The scientific specialisation of the Italian regions // *Scientometrics*. Vol. 62. № 1. P. 87–111.
- UNIDO, TUBITAK (2003) *Technology Foresight for Organizers. Training Course for Black Sea Economic Cooperation Countries and the Newly Independent States*. UNIDO, TUBITAK. Режим доступа: [http://www.unido.org/fileadmin/import/21456\\_TextbookForesightforOrganizers.pdf](http://www.unido.org/fileadmin/import/21456_TextbookForesightforOrganizers.pdf), дата обращения 08.07.2015.
- Wagner C.S. (1995) *Techniques and Methods for Assessing the International Standing of US Science*. RAND, Critical Technologies Institute.
- Wang Y., Wu Y., Pan Y., Ma Z., Rousseau R. (2005) Scientific collaboration in China as reflected in co-authorship // *Scientometrics*. Vol. 62. № 2. P. 183–198.
- Xiwei Z., Xiangdong Y. (2007) Science and technology policy reform and its impact on China's national innovation system // *Technology in Society*. Vol. 29. № 3. P. 317–325.
- Yang K., Meho L.I. (2006) Citation analysis: A comparison of Google Scholar, Scopus, and Web of Science // *Proceedings of the American Society for Information Science and Technology*. Vol. 43. № 1. P. 1–15.
- Zacca-González G., Chinchilla-Rodríguez Z., Vargas-Quesada B., de Moya-Anegón F. (2014) Bibliometric analysis of regional Latin America's scientific output in Public Health through SCImago Journal & Country Rank // *BMC Public Health*. Vol. 14. № 1. Article № 632. Режим доступа: <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/14/632>, дата обращения 23.07.2015.
- Zhou P., Glänzel W. (2010) In-depth analysis on China's international cooperation in science // *Scientometrics*. Vol. 82. № 3. P. 597–612.

# Identifying Directions for Russia's Science and Technology Cooperation

**Maxim Kotsemir**

Junior Research Fellow, Research Laboratory for Science and Technology Studies. E-mail: mkotsemir@hse.ru

**Tatiana Kuznetsova**

Director, Centre for S&T, Innovation and Information Policy, and Chief Research Fellow, Laboratory for Economics of Innovation. E-mail: tkuznetzova@hse.ru

**Elena Nasybulina**

Leading Expert, National Contact Centre for International Academic Mobility. E-mail: enasybulina@hse.ru

**Anna Pikalova**

Director, Centre for International Projects. E-mail: apikalova@hse.ru

Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge, National Research University  
Higher School of Economics

Address: National Research University Higher School of Economics, 11, Myasnitskaya str.,  
Moscow, 101000, Russian Federation

## Abstract

Strong international partnerships are a key vehicle for building an efficient national innovation system. Successful global cooperation needs comprehensive knowledge of the features of the science and technology (S&T) sphere in a changing environment of global division of labour, competition, and political climates. New realities and trends emerge, changing the established 'rules of the game' and calling for immediate actions from politicians, experts, and various economic actors.

We propose an analytical approach to build and examine an empirical database. Drawing on bibliometric analysis and expert survey tools, such an approach helps us identify the most promising areas for Russia's international S&T

cooperation. We assess the scope for applying the proposed methodology. Based on the latest available data in Web of Science, the international scientific citation indexing service (2014 and early 2015), we compare the structure and variation over time of scientific specializations in Russia, leading S&T countries, and several fast growing global economies.

The cooperation priorities that we identified via matrix analysis were complemented with data from expert surveys. The surveys highlighted the partner organizations, thematic areas, and instruments of S&T cooperation, which indicate some of the future possibilities for Russia's international S&T cooperation.

## Keywords

science and technology cooperation; international partnerships; priorities for STI cooperation; bibliometric analysis; expert interviews

DOI: 10.17323/1995-459X.2015.4.54.72

## Citation

Kotsemir M., Kuznetsova T., Nasybulina E., Pikalova A. (2015) Identifying Directions for Russia's Science and Technology Cooperation. *Foresight and STI Governance*, vol. 9, no 4, pp. 54–72. DOI: 10.17323/1995-459x.2015.4.54.72

## References

- Abramo G., D'Angelo C., Di Costa F. (2014) A new bibliometric approach to assess the scientific specialization of regions. *Research Evaluation*, vol. 23, no 2, pp. 183–194.
- Acosta M., Coronado D., Ferrándiz E., León M.D. (2014) Regional scientific production and specialization in Europe: The role of HERD. *European Planning Studies*, vol. 22, no 5, pp. 949–974.
- Aksnes D. W., van Leeuwen T.N., Sivertsen G. (2014) The effect of booming countries on changes in the relative specialization index (RSI) on country level. *Scientometrics*, vol. 101, no 2, pp. 1391–1401.

- Archambault É., Campbell D., Gingras Y., Larivière V. (2009) Comparing bibliometric statistics obtained from the Web of Science and Scopus. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 60, no 7, pp. 1320–1326.
- Arencibia-Jorge R., de Moya-Aneón F. (2010) Challenges in the study of Cuban scientific output. *Scientometrics*, vol. 83, no 3, pp. 723–737.
- Arroio A., Scerri M. (eds.) (2013) *The Promise of Small and Medium Enterprises: BRICS National Systems of Innovation*, New Delhi: Routledge.
- Arzumanyan T., Hasanov A., Meerovskaya O., Dolidze T., Bakradze N., Magzieva K., Magzieva S., Bakashova J., Porcescu S., Grozav D., Pikalova A., Proskuryakova L., Mirsaidov I., Jumakuliev D., Yashenkov V., Koval O., Saidov R., Komilova D. (2012) White Paper on Opportunities and Challenges in View of Enhancing the EU Cooperation with Eastern Europe, Central Asia, and South Caucasus in Science, Research, and Innovation. Athens: Citronio. Available at: [http://www.increast.eu/\\_media/White\\_Paper\\_on\\_EU-EECA\\_Cooperation\\_in\\_STI\\_final\\_April2012.pdf](http://www.increast.eu/_media/White_Paper_on_EU-EECA_Cooperation_in_STI_final_April2012.pdf), accessed 29.09.2015.
- Spiesberger M., Mienert M., Sonnenburg J., Haegeman K., Ozkan O., Sokolov A., Veselitskaya N., Weiss G., Kahle A., Schuch K., Haliloglu I., Kuklina I., Marinelli E., Balashova M. (2013) Working Document: Towards a Vision for Research, Technology and Innovation Cooperation between Russia and the EU, its Member States and Associated Countries. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Barré R. (1987) A strategic assessment of the scientific performance of five countries. *Science and Technology Studies*, vol. 5, no 1, pp. 32–38.
- Barré R. (1991) Clustering research fields for macro-strategic analysis: A comparative specialization approach. *Scientometrics*, vol. 22, no 1, pp. 95–112.
- Basu A., Kumar B.V. (2000) International collaboration in Indian scientific papers. *Scientometrics*, vol. 48, no 3, pp. 381–402.
- Bongioanni I., Daraio C., Moed H.F., Ruocco G. (2014) Disciplinary Profiles and Performance of Research Systems: A World Comparison at the Country Level. *Proceedings of the science and technology indicators conference 2014 Leiden "Context Counts: Pathways to Master Big and Little Data"*, Leiden: University of Leiden, pp. 50–63. Available at: <http://sti2014.cwts.nl/download/f-y2w2.pdf>, accessed 29.09.2015.
- Bongioanni I., Daraio C., Ruocco G. (2013) *A quantitative measure to compare the disciplinary profiles of research systems and their evolution over time* (Department of Computer, Control and Management Engineering Working Paper no 2013-010), Roma: Università degli Studi di Roma - La Sapienza. Available at: [http://ebrp.elsevier.com/pdf/2012\\_Proposal7.pdf](http://ebrp.elsevier.com/pdf/2012_Proposal7.pdf), accessed 29.09.2015.
- Brusoni S., Criscuolo P., Geuna A. (2005) The knowledge bases of the world's largest pharmaceutical groups: What do patent citations to non-patent literature reveal? *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 14, no 5, pp. 395–415.
- Brusoni S., Geuna A. (2006) The key characteristics of sectoral knowledge bases: An international comparison. *New Frontiers in the Economics of Innovation and New Technology: Essays in Honour of Paul A. David* (eds. C. Antonelli, D. Foray, B.H. Hall, W.E. Steinmueller), Cheltenham: Edward Elgar, pp. 361–387.
- Cassiolato J., Zucoloto G., Abrol G., Liu X. (eds.) (2013) *Transnational Corporations and Local Innovation: BRICS National Systems of Innovation*, New Delhi: Routledge.
- Chinchilla-Rodríguez Z., Vargas-Quesada B., Hassan-Montero Y., González-Molina A., Moya-Aneón F. (2010) New approach to the visualization of international scientific collaboration. *Information Visualization*, vol. 9, no 4, pp. 277–287.
- Confraria H., Godinho M.M. (2014) The impact of African science: A bibliometric analysis. *Scientometrics*, vol. 102, no 2, pp. 1241–1268.
- Ding Y. (2011) Scientific collaboration and endorsement: Network analysis of coauthorship and citation networks. *Journal of Informetrics*, vol. 5, no 1, pp. 187–203.
- Dumont M., Meeusen W. (2000) The network of joint research projects and agreements. *The National System of Innovation in Belgium* (eds. H. Capron, W. Meeusen). Heidelberg: Physica Verlag, P. 137–172.
- El Alami J., Dore J.C., Miquel J.F. (1992) International scientific collaboration in Arab countries. *Scientometrics*, vol. 23, no 1, pp. 249–263.
- European Commission (2011) *iKNOW ERA Toolkit. Applications of Wild Cards and Weak Signals to the Grand Challenges & Thematic Priorities of the European Research Area*, Brussels: European Commission.
- European Commission (2012) *Enhancing and focusing EU international cooperation in research and innovation: A strategic approach* (Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of The Regions), Brussels: European Commission.
- European Commission (2013) *EU-Russia Year of Science. A Celebration of Joint Achievements in EU-Russia Cooperation in Science, Technology and Innovation*. Brussels: European Commission. Available at: [http://www.bilat-rus.eu/\\_media/EU-Russia\\_Year\\_of\\_Science\\_brochure.pdf](http://www.bilat-rus.eu/_media/EU-Russia_Year_of_Science_brochure.pdf), accessed 29.09.2015.
- Falagas M.E., Pitsouni E.I., Malietzis G.A., Pappas G. (2008) Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: Strengths and Weaknesses. *The FASEB Journal*, vol. 22, no 2, pp. 338–342.
- Fingerman S. (2006) Web of Science and Scopus: Current features and capabilities. *Issues in Science and Technology Librarianship*, vol. 48, no 4 (electronic version). Available at: <http://www.istl.org/06-fall/electronic2.html>, accessed 08.07.2015.
- Geuna A. (2001) Evolution of specialisation: Public research in the chemical and pharmaceutical industries. *Research Evaluation*, vol. 10, no 1, pp. 67–79.
- Glänzel W. (2001) National characteristics in international scientific co-authorship relations. *Scientometrics*, vol. 51, no 1, pp. 69–115.
- Gokhberg L. (ed.) (2014) *Prognoz nauchno-tehnologicheskogo razvitiya Rossii: 2030* [Russian S&T Foresight 2030], Moscow: RF Ministry of Education and Science, HSE (in Russian).
- Gokhberg L. (2003) *Statistika nauki* [Statistics of science], Moscow: TEIS (in Russian).
- Gokhberg L., Gorodnikova N., Kuznetsova T., Sokolov A., Zaichenko S. (2009) Prospective Agenda for Science and Technology and Innovation Policies in Russia. *BRICS and Development Alternatives: Innovation Systems and Policies* (eds. J.E. Cassiolato, V. Vitorino), London, New York: Anthem Press.
- Gokhberg L., Kitova G., Kuznetsova T., Zaichenko S. (2011) *Nauchnaya politika: globalnyi kontekst i rossiiskaya praktika* [Science Policy: Global Context and Russian Practice], Moscow: HSE (in Russian).
- Gokhberg L., Kuznetsova T. (2011) Strategiya 2020: novye kontury rossiiskoi innovatsionnoi politiki [Strategy 2020: New Outlines of Russian Innovation Policy]. *Foresight-Russia*, vol. 1, no 1, pp. 8–30 (in Russian).
- Gokhberg L., Kuznetsova T. (2012) Innovatsii kak osnova ekonomicheskogo rosta i ukrepleniya pozitsii Rossii v global'noi ekonomike [Innovations as the Basis for Economic Growth and Strengthening Russia's Position in Global Economy]. *International Organisations Research Journal*, vol. 7, no 2, pp. 101–117 (in Russian).
- Gokhberg L., Sagieva G. (2007) Rossiiskaya nauka: bibliometricheskie indikatory [Russian Science: Bibliometric Indicators]. *Foresight-Russia*, vol. 1, no 1, pp. 44–53 (in Russian).
- Gokhberg L., Zaytseva A., Kuznetsova T. (2012) Building a BRICS framework for science, technology and innovation. *BRICS: The 2012 New Delhi Summit*, London: Newsdesk Communications Ltd., pp. 60–61.
- Gómez I., Fernández M.T., Méndez A. (1995) Collaboration patterns of Spanish scientific publications in different research areas and disciplines. *International Society for Scientometrics and Informetrics. International conference proceedings*, pp. 187–196. Available at: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/9751/1/20090121120832198.pdf>, accessed 29.09.2015.
- Grupp H. (1995) Science, high technology and the competitiveness of EU countries. *Cambridge Journal of Economics*, no 19, pp. 209–223.

- Grupp H., Schmoch U., Hinze S. (2001) International alignment and scientific regard as macro-indicators for international comparisons of publications. *Scientometrics*, vol. 51, no 2, pp. 359–380.
- Gutnikova A., Nasybulina E., Pikalova A. (2014) Instrumenty nauchno-tehnicheskogo sotrudnichestva Rossii i ES [Instruments of Russia-EU Science and Technology Cooperation]. *Vestnik mezhdunarodnykh organizatsii: obrazovanie, nauka, novaya ekonomika* [International Organisations Research Journal], vol. 9, no 1, pp. 107–123 (in Russian).
- Hoekman J., Frenken K., Tijssen R.J. (2010) Research collaboration at a distance: Changing spatial patterns of scientific collaboration within Europe. *Research Policy*, vol. 39, no 5, pp. 662–673.
- ICSU (2011) *ICSU Foresight Analysis Report 1: International Science in 2031 — Exploratory Scenarios*, Paris: International Council for Science.
- Jarneving B. (2009) The publication activity of Region Västra Götaland: A bibliometric study of an administrative and political Swedish region during the period 1998–2006. *Information Research*, vol. 14, no 2, paper 397. Available at: <http://www.informationr.net/ir/14-2/paper397.html>, accessed 17.06.2015.
- Kahn M., de Melo L., Pessoa M. (eds.) (2013) *Financing Innovation: BRICS National Systems of Innovation*, New Delhi: Routledge.
- Katz J.S., Martin B.R. (1997) What is research collaboration? *Research policy*, vol. 26, no 1, pp. 1–18.
- Klitkou A., Solum N.H., Olsen T.B., Kallerud E., Søgne R. (2005) *Priorities, strengths and comparative advantage in Norwegian research, viewed in relation to the cooperation with South Africa* (Working Paper 25/2005), Oslo: NIFU STEP.
- Kotsemir M. (2012) Dinamika rossijskoi i mirovoi nauki skvoz' prizmu mezhdunarodnykh publikatsii [Dynamics of Russian and World Science through the Prism of International Publications]. *Foresight-Russia*, vol. 6, no 1, pp. 38–58 (in Russian).
- Laursen K., Salter A. (2005) The fruits of intellectual production: Economic and scientific specialisation among OECD countries. *Cambridge Journal of Economics*, vol. 29, no 2, pp. 289–308.
- Luukkonen T., Tijssen R., Persson O., Sivertsen G. (1993) The measurement of international scientific collaboration. *Scientometrics*, vol. 28, no 1, pp. 15–36.
- Murmann J.P. (2012) The co-development of industrial sectors and academic disciplines. *Science and Public Policy*, vol. 40, pp. 229–246.
- Nagpaul P.S., Pant N. (1993) Cross-national assessment of specialization patterns in chemistry. *Scientometrics*, vol. 27, no 2, pp. 215–235.
- NISTEP (2010) *The 9th Science and Technology Foresight — Contribution of Science and Technology to Future Society*, Tokyo: Science and Technology Foresight Center National Institute of Science and Technology Policy. Available at: <http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/rep140j/idx140j.html>, accessed 17.06.2015.
- OECD (1988) *Principles for International Co-operation in Science and Technology* (C(88)60/Final), Paris: OECD.
- OECD (1995) *International Technology Cooperation Involving Enterprises* (C(95)182/FINAL), Paris: OECD.
- OECD (2012a) *Meeting Global Challenges through Better Governance*. Paris: OECD.
- OECD (2012b) Building international STI linkages. *OECD Science, Technology and Industry Outlook*, Paris: OECD, pp. 200–204.
- OECD (2014) *The Innovation Policy Platform*, Paris: OECD. Available at: <https://www.innovationpolicyplatform.org>, accessed 14.10.2014.
- OECD (2015) *OECD Innovation Strategy 2015 — An Agenda For Policy Action*, Paris: OECD.
- Pečlin S., Južnič P. (2012) Research in the fields of medicine in Slovenia — Research potential, funding, and publications. *Zdravniški Vestnik*, vol. 81, no 9, pp. 602–617.
- Perc M. (2010) Growth and structure of Slovenia's scientific collaboration network. *Journal of Informetrics*, vol. 4, no 4, pp. 475–482.
- Pianta M., Archibugi D. (1991) Specialization and size of scientific activities: A bibliometric analysis of advanced countries. *Scientometrics*, vol. 22, no 3, pp. 341–358.
- Scerri M., Soares M., Maharajh R. (eds.) (2013) *Inequality and Development Challenges: BRICS National Systems of Innovation*, New Delhi, Routledge.
- Scerri M., Lastres H. (eds.) (2013) *The Role of the State: BRICS National Systems of Innovation*, New Delhi, Routledge.
- Schneider J.W., Aksnes D.W., Faurbæk L., Finnbjörnsson P., Fröberg J., Gunnarsson M., Sveinsdóttir Morthens S.G. (2010) *Bibliometric research performance indicators for the Nordic countries. A publication from the NORIA-net "The use of bibliometrics in research policy and evaluation activities"* (NORIA-net Report no 3), Oslo: NordFosk.
- Silberglitt R., Antón Ph.S., Howell D.R., Wong A. (2006) *The global technology revolution 2020, in-depth analysis: Bio/Nano/Materials/Information trends, drivers, barriers and social applications*, RAND Corporation.
- Sokolov A., Haegeman K., Spiesberger M., Boden M. (2014) Facilitating EU-Russian Scientific and Societal Engagement: Joint Efforts to Tackle Grand Challenges // *Science & Diplomacy*. Vol. 3. № 4 (electronic version). Available at: <http://www.sciencediplomacy.org/article/2014/facilitating-eu-russian-scientific-and-societal-engagement>, accessed 15.06.2015.
- Syrjänen M., Ito Y., Ahola E. (eds.) (2009) *Foresight for Our Future Society – Cooperative project between NISTEP (Japan) and Tekes (Finland)* (Tekes Review 242/2009, NISTEP Policy Study no 14), NISTEP, Tekes. Available at: <http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/eng/pol014e/pdf/pol014e.pdf>, accessed 15.08.2015.
- Tijssen R.J., van Leeuwen T.N., van Raan A.F. (2002) *Mapping the scientific performance of German medical research: An international comparative bibliometric study*, Stuttgart: Schattauer Verlag.
- Tuzi F. (2005) The scientific specialisation of the Italian regions. *Scientometrics*, vol. 62, no 1, pp. 87–111.
- UNIDO, TUBITAK (2003) *Technology Foresight for Organizers. Training Course for Black Sea Economic Cooperation Countries and the Newly Independent States*, UNIDO, TUBITAK. Available at: [http://www.unido.org/fileadmin/import/21456\\_TextbookForesightforOrganizers.pdf](http://www.unido.org/fileadmin/import/21456_TextbookForesightforOrganizers.pdf), accessed 08.07.2015.
- Wagner C.S. (1995) *Techniques and Methods for Assessing the International Standing of US Science*, RAND, Critical Technologies Institute.
- Wang Y., Wu Y., Pan Y., Ma Z., Rousseau R. (2005) Scientific collaboration in China as reflected in co-authorship. *Scientometrics*, vol. 62, no 2, pp. 183–198.
- Xiwei Z., Xiangdong Y. (2007) Science and technology policy reform and its impact on China's national innovation system. *Technology in Society*, vol. 29, no 3, pp. 317–325.
- Yang K., Meho L.I. (2006) Citation analysis: A comparison of Google Scholar, Scopus, and Web of Science. *Proceedings of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 43, no 1, pp. 1–15.
- Zacca-González G., Chinchilla-Rodríguez Z., Vargas-Quesada B., de Moya-Anegón F. (2014) Bibliometric analysis of regional Latin America's scientific output in Public Health through SCImago Journal & Country Rank. *BMC Public Health*, vol. 14, no 1, article no 632. Available at: <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/14/632>, accessed 23.07.2015.
- Zhou P., Glänzel W. (2010) In-depth analysis on China's international cooperation in science. *Scientometrics*, vol. 82, no 3, pp. 597–612.