

Определение приоритетов научно-технологического сотрудничества стран БРИКС¹

А.В. Соколов, С.А. Шашнов, М.Н. Коцемир, А.Ю. Гребенюк

Соколов Александр Васильевич – к.физ.-мат.н.; заместитель директора Института статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ) Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ); Российская Федерация, 101000, Москва, ул. Мясницкая, д. 20; E-mail: sokolov@hse.ru.

Шашнов Сергей Анатольевич – к.филос.н.; заведующий отделом стратегического прогнозирования ИСИЭЗ НИУ ВШЭ; Российская Федерация, 101000, Москва, ул. Мясницкая, д. 20; E-mail: shashnov@hse.ru.

Коцемир Максим Николаевич – младший научный сотрудник отдела количественного моделирования ИСИЭЗ НИУ ВШЭ; Российская Федерация, 101000, Москва, ул. Мясницкая, д. 20; E-mail: mkotsemir@hse.ru.

Гребенюк Анна Юрьевна – заместитель заведующего отделом стратегического прогнозирования ИСИЭЗ НИУ ВШЭ; Российская Федерация, 101000, Москва, ул. Мясницкая, д. 20; E-mail: grebenyuk@hse.ru.

В статье представлены методические подходы к выбору приоритетов научно-технологического сотрудничества стран БРИКС на основе анализа международных и национальных стратегических документов стран БРИКС и тематики наиболее значимых публикаций ученых из этих стран, отраженных в базе данных Scopus. Систематизированы национальные научно-технологические приоритеты стран БРИКС и произведена сравнительная оценка их ресурсов научно-технологического развития.

Проанализированы показатели публикационной активности стран БРИКС, существенно активизировавшейся с 2000 г. и расширяющейся в межнациональных масштабах при доминировании Китая. Показана особая значимость развития сотрудничества с Китаем, уверенно выдвигающимся на позиции одного из мировых научно-технических лидеров, выделены перспективные области исследований для кооперации с Индией, Бразилией и ЮАР.

Сформирован перечень из 14 тематических приоритетов научно-технологического сотрудничества стран БРИКС (на основе анализа их национальных, двусторонних и многосторонних стратегических и прогнозных документов). Выделенные приоритеты научно-технологического развития создают основу для взаимовыгодного и эффективного сотрудничества стран БРИКС, в рамках которого ученые разных стран могут расширять диапазон исследований, развивать существующие и внедрять новые инструменты научно-технологического сотрудничества и обмениваться лучшим опытом.

Ключевые слова: научно-технологическое сотрудничество; международное партнерство; приоритеты сотрудничества; библиометрический анализ; страны БРИКС

Для цитирования: Соколов А.В., Шашнов С.А., Коцемир М.Н., Гребенюк А.Ю. Определение приоритетов научно-технологического сотрудничества стран БРИКС // Вестник международных организаций. 2017. Т. 12. № 4. С. 00–00. DOI: 10.17323/1996-7845-2017-04-??

¹ Статья поступила в редакцию в ноябре 2017 г.

Статья подготовлена по результатам проекта, выполненного при финансовой поддержке Минобрнауки России, уникальный идентификатор проекта RFMEFI60117X0014.

Введение

Одним из ключевых принципов, сформулированных в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, является ориентация на лидерство по избранным направлениям научно-технологического развития в рамках как традиционных, так и новых рынков технологий, продуктов и услуг и построение целостной инновационной системы². Сотрудничество со странами БРИКС в последние годы все в большей степени становится одной из приоритетных задач в самых разных областях, в том числе в сфере науки и технологий. В числе общепризнанных инструментов, направленных на реализацию такой модели развития, выделяются международное научно-техническое сотрудничество и международная интеграция в области исследований и разработок, организация эффективных партнерств с иностранными исследовательскими центрами, согласование с ними приоритетов научно-технологического сотрудничества³.

Поиск ответов на долгосрочные глобальные вызовы социально-экономического развития требует системного, комплексного подхода к определению ключевых областей науки и технологий, способных внести наибольший вклад в решение возникающих проблем, как на национальном, так и на межнациональном уровне. При этом приоритеты межгосударственного уровня определяют наиболее важные общие для группы стран направления научно-технологического развития и задачи в сфере науки и инноваций, которые необходимо решать совместными усилиями.

Приоритеты научно-технологического развития уже длительное время разрабатываются во многих странах, включая страны БРИКС, и используются при формировании их научно-технической и инновационной политики [OECD, 2010; BILAT-USA, 2010; Gassler et al., 2004; Gokhberg et al., 2016; Grebenyuk et al., 2016; Cagnin, 2014; Kuwahara et al., 2008; Li, 2009; Pouris, Raphasha, 2015]. Главное внимание при этом фокусируется на решении стратегических проблем социально-экономического развития и обеспечении эффективного использования национальных конкурентных преимуществ [OECD, 2012, 2014; European Forum on Forward Looking Activities, 2015; Meissner et al., 2013; Shashnov, Poznyak, 2011; Sokolov, Chulok, 2016]. Приоритеты научно-технологического развития в современных условиях формируются путем многосторонней оценки возможного вклада от их реализации в обеспечение устойчивого социально-экономического развития и укрепление конкурентных позиций страны.

В связи с этим определение общих для стран БРИКС научно-технических приоритетов приобретает особую актуальность для формирования планов их сотрудничества [Kahn, 2015; Kotsemir et al., 2015]. Эта задача частично решалась ранее в рамках различных двусторонних программ научно-технического сотрудничества между Россией и другими странами БРИКС. В современных условиях все более актуальной становится задача выработки совместных подходов к формированию приоритетов многостороннего научно-технологического сотрудничества стран БРИКС и их реализации на прак-

² Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642. О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации. Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41449> (дата обращения: 20.10.2017).

³ First BRICS Science, Technology and Innovation Ministerial Meeting: Cape Town Declaration, 10 February 2014, Cape Town, South Africa; BRICS Science, Technology and Innovation Ministerial Meeting: Memorandum of Understanding on Cooperation in Science, Technology and Innovation between the Governments of The Federative Republic of Brazil, The Russia Federation, The republic of India, The People's Republic of China and The Republic of South Africa, 18 March 2015, Brasilia; BRICS STI Framework Programme Coordinated call for BRICS multilateral projects – Pilot call; BRICS STI Framework Programme Coordinated call for BRICS multilateral projects.

тике. Особый интерес представляют такие сферы сотрудничества, в которых объединение усилий ученых разных стран может дать значительный синергетический эффект.

Долговременная цель России и стран-партнеров – превращение БРИКС в надежный и эффективный механизм текущего и стратегического взаимодействия по ключевым вопросам, в том числе в сфере науки и технологий. Для России и других стран БРИКС важно участвовать в поиске совместных целей и приоритетов международного сотрудничества для получения потенциальных и реальных преимуществ в результате кооперации с зарубежными государствами в сфере науки, технологий и инноваций в целом. В числе этих преимуществ следует отметить выявление перспективных научно-технологических направлений и их интенсификацию в процессе международного сотрудничества; распределение рисков и расходов в перспективных крупных научно-технологических проектах, а также достижение необходимой массы ресурсов при их реализации; участие в решении глобальных проблем (энергоэффективность, изменение климата и др.); установление долговременных связей с ведущими научными центрами и исследователями в целях генерирования новых знаний; создание инфраструктуры для совместной деятельности и др.

Создание надежной информационной основы для формирования повестки, понятной и востребованной всеми странами БРИКС, требует проведения комплексного анализа научно-технологического потенциала и социально-экономических потребностей отдельных стран. Значительное место в решении этой задачи должно принадлежать формированию системы долгосрочных приоритетов научно-технического сотрудничества России со странами БРИКС как одного из важнейших элементов в формировании системы мер по повышению конкурентоспособности сектора исследований и разработок, эффективности и результативности государственных расходов на его поддержку и развитие, ускорению модернизации и трансформации национальной экономики.

При формировании общей системы приоритетов речь может идти о широкой взаимодополняемости, способствующей преодолению существующих ограничений за счет более тесного сотрудничества стран-участниц, использования их передового опыта.

Общие приоритеты в дальнейшем могут использоваться для расширения сотрудничества России с другими государствами и межгосударственными образованиями. Для их формирования необходимо использование различных количественных и качественных методов, привлечение экспертов наивысшей квалификации как к процессу выбора приоритетов, так и к решению многих других новых методических проблем, возникающих при выявлении и отборе областей науки и технологий, развитие которых в максимальной степени способно обеспечить решение задач, общих для стран БРИКС.

Подход и принципы выбора приоритетов научно-технологического сотрудничества стран БРИКС

В большинстве развитых и развивающихся стран (Великобритания, Германия, Китай, Республика Корея, Япония и др.) система национальных научно-технологических и инновационных приоритетов базируется на результатах крупномасштабных Форсайт-исследований, охватывающих все важнейшие направления развития науки и технологий [Grebennyuk et al., 2016; Gokhberg et al., 2016; Johnston, Sripaipan, 2008; Choi, Choi, 2015; Kuwahara et al., 2008].

Форсайт – это систематический процесс с привлечением многих участников, предполагающий интеграцию их опыта и формирование видения средне- и долгосрочного будущего и нацеленный на получение информации для принятия текущих реше-

ний и мобилизации совместных действий [Gavigan et al., 2001]. К методологии Форсайта обращаются при возникновении социально-экономических проблем долгосрочного характера, в условиях необходимости принятия политических решений о выборе стратегических альтернатив или приоритетов развития, а также для нахождения консенсуса между основными игроками относительно путей достижения поставленных целей.

Именно такой задачей является выбор приоритетов межгосударственного уровня, которые определяют наиболее важные общие для группы стран направления научно-технологического развития, которые необходимо поддерживать совместными усилиями.

В качестве базовых принципов определения системы общих приоритетов научно-технологического развития можно выделить следующие:

- ориентация на решение общих важнейших социально-экономических задач группы стран и объединение усилий на соответствующих направлениях с целью укрепления их конкурентных позиций и решения их внутренних проблем;
- учет главных тенденций мирового научного, технологического и инновационного развития;
- возможность реализации конкурентных преимуществ стран, входящих в группу (научно-технологический потенциал, имеющиеся ресурсы, созданные заделы и др.);
- выбор ограниченного числа важнейших тематических научно-технологических приоритетов в целях концентрации на них имеющихся ресурсов;
- привязка к наиболее эффективным инструментам научно-технической и инновационной политики.

Приоритеты научно-технологического сотрудничества стран БРИКС могут быть разделены на тематические и функциональные (рис. 1).



Рис. 1. Структура системы приоритетов научно-технологического сотрудничества стран БРИКС

Источник: составлено авторами.

Тематические приоритеты представляют собой перечни важнейших направлений и областей исследований и разработок (например, ИКТ, космические системы и др.), инвестиции в которые способны в средне- или долгосрочной перспективе принести значительный социальный и/или экономический эффект: ускорение экономического роста, повышение конкурентоспособности, а также решение других ключевых социально-экономических и научно-технических задач. Функциональные приоритеты относятся к задачам, решаемым в целях развития и улучшения функционирования сферы научных исследований и инновационной системы, например, ускоренного развития кадрового потенциала, коммерциализации результатов НИОКР и др.

Во всех странах БРИКС при выборе приоритетов научно-технологического и инновационного развития основную роль играют подходы, основанные на методологии Форсайта [Shashnov, Poznyak, 2011; Chan, Daim, 2012; Sokolov, Chulok, 2012; Cagnin, 2014; Li, 2009; Pouris, Raphasha, 2015]. Отбираемые приоритеты ориентированы на решение стратегических проблем социально-экономического развития. Для учета этих проблем в процессе выбора приоритетов и в дальнейшем для их реализации привлекаются заинтересованные стейкхолдеры, включая органы государственной власти, бизнес и научное сообщество. В выборе приоритетов также участвует значительный круг экспертов.

Если обратиться к опыту Российской Федерации, то при актуализации научно-технологических приоритетов в 2014–2015 гг. особое внимание было уделено формированию перечня важнейших социально-экономических задач, которые будут определять востребованную научно-технологическую тематику в ближайшие 10 лет [Grebenuyk et al., 2016]. В этих целях был проведен анализ широкого круга информационных и аналитических источников, в том числе стратегических и прогнозных документов общенационального, отраслевого и регионального уровней (послания и указы президента Российской Федерации, государственные программы РФ, отраслевые и региональные программы и концепции развития). На основе указанных документов был сформирован перечень важнейших социально-экономических задач, который в дальнейшем использовался в качестве одного из важнейших ориентиров при выборе приоритетных направлений и критических технологий в Российской Федерации.

Результатом применения указанных подходов являются перечни приоритетных направлений и критических технологий, прогнозные оценки и долгосрочные прогнозы научно-технологического развития, получаемые с применением качественных и количественных методов Форсайта. В дальнейшем эти результаты применяются в различных стратегических документах, предназначенных для реализации приоритетов. В большинстве стран БРИКС – это стратегии, стратегические планы и программы научно-технологического и инновационного развития.

Аналогичный подход использовался при определении системы научно-технологических приоритетов сотрудничества стран БРИКС. Обращение к методологии Форсайта предполагает комплексный учет целевых установок и важнейших социально-экономических задач, отраженных в официальных международных и национальных документах, оценки их научно-технологического потенциала и мнения экспертного сообщества. В его основе лежали требования развития научно-технического потенциала стран БРИКС, необходимости его концентрации на важнейших направлениях развития экономики и общества с учетом ожидаемых технологических прорывов. Особое внимание уделяется возможности реализации конкурентных преимуществ стран, при этом выбиралось ограниченное число важнейших научно-технологических приори-

тетов, поддержка развития которых в полной мере обеспечена всеми необходимыми ресурсами.

При отборе научно-технологических приоритетов применялся широкий круг методов и процедур, включая анализ документов, библиометрический анализ и различные экспертные процедуры, отраженных на рис. 2.

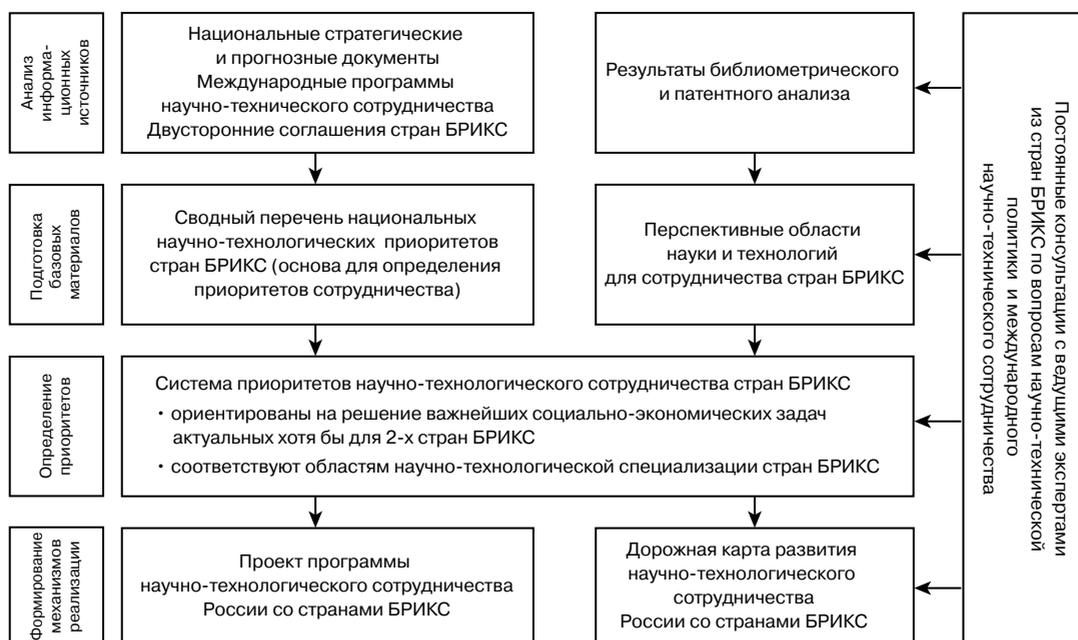


Рис. 2. Схема определения приоритетов научно-технологического сотрудничества стран БРИКС

Источник: составлено авторами.

Анализ международных и национальных стратегических и прогнозных документов стран БРИКС

Информационной базой для определения общей системы приоритетов научно-технологического развития для стран БРИКС являются:

- официальные документы стран БРИКС (двусторонние и многосторонние) о научно-техническом сотрудничестве, заключаемые на уровне правительств этих стран или министерств, отвечающих за формирование и реализацию научно-технологической и инновационной политики;
- стратегические национальные и прогнозные документы о научно-технологическом и инновационном развитии стран БРИКС.

Как уже отмечалось, основой для формирования системы научно-технологических приоритетов являются результаты национальных форсайт-проектов, в том числе долгосрочных прогнозов научно-технологического развития.

Важнейшая функция прогнозов заключается в создании информационной базы для выбора приоритетов, в том числе с учетом главных тенденций мирового научного,

технологического и инновационного развития. Если рассматривать соответствующий российский опыт, то в последние годы в стране были реализованы три цикла научно-технологического прогнозирования [Gokhberg, Sokolov, 2017]. Так, результаты разработки Прогноза научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2025 г. (2007–2008 гг.) были использованы при корректировке приоритетных направлений и критических технологий. Эти материалы применялись для оценки глобальных и национальных вызовов социально-экономического развития, выявления перспективных рынков инновационных продуктов (услуг), технологий, обеспечивающих выход России на современную траекторию устойчивого инновационного развития.

В 2011–2013 гг. разработан Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 г., который был утвержден председателем правительства Российской Федерации 3 января 2014 г. Целью этого прогноза являлась 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.

Данный проект предусматривал совмещение исследовательского (“technology push”) и нормативного (“market pull”) подходов к прогнозированию и выполнялся для семи важнейших направлений научно-технологического развития: информационно-коммуникационные технологии; биотехнологии; медицина и здравоохранение; новые материалы и нанотехнологии; рациональное природопользование; транспортные и космические системы; энергоэффективность и энергосбережение. Для подготовки прогнозных материалов применялся широкий комплекс аналитических и экспертных процедур, включая интервью, опросы экспертов и дискуссии в рамках экспертных панелей [Sokolov, Chulok, 2016].

Для семи указанных направлений на основе выявленных трендов были определены угрозы и окна возможностей для России; идентифицированы перспективные рынки, продуктовые группы и потенциальные области спроса на российские инновационные технологии и разработки, подготовлено описание приоритетных тематических областей развития науки и технологий, сформулированы более 1000 приоритетных задач научных исследований и разработок, дана оценка состояния отечественных разработок в этих областях по сравнению с мировым уровнем.

Результаты данного прогноза, учитывающие мировые тенденции научно-технологического развития, активно использовались при формировании предварительных перечней важнейших направлений и тематических областей сотрудничества стран БРИКС.

В соответствии с предложенными принципами методическими решениями к определению приоритетов научно-технологического сотрудничества стран БРИКС был проведен анализ важнейших национальных стратегических и прогнозных документов, двусторонних и многосторонних соглашений между этими странами (табл. 1).

Соответствующие документы анализировались с точки зрения отражения в них тематических и функциональных приоритетов. Например, первые тематические приоритеты для международного сотрудничества стран БРИКС были сформулированы в документах, подготовленных по итогам первой и второй встреч министров образования и науки стран БРИКС⁴.

⁴ First BRICS Science, Technology and Innovation Ministerial Meeting: Cape Town Declaration, 10 February 2014, Cape Town, South Africa; BRICS Science, Technology and Innovation Ministerial Meeting: Memorandum of Understanding on Cooperation in Science, Technology and Innovation between the

Таблица 1. Важнейшие стратегические и прогнозныe документы стран БРИКС

Страны, группы стран	Стратегические и прогнозныe документы
Соглашения о сотрудничестве стран БРИКС	Memorandum of Understanding on Cooperation in Science, Technology and Innovation between the Governments of The Federative Republic of Brazil, The Russia Federation, The republic of India, The People’s Republic of China and The Republic of South Africa / Brasilia. 18 March 2015; First BRICS Science, Technology and Innovation Ministerial Meeting (2014) Cape Town Declaration. 10 February 2014; Московская декларация министров науки, технологий и инноваций стран БРИКС от 28 октября 2015 г.; Рабочий план по науке, технологиям и инновациям стран БРИКС на 2015–2018 гг.
Бразилия	National Strategy for ST&I 2016–2019; Growth Acceleration Program; The Greater Brazil Plan
Россия	Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации; Приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации; Национальная технологическая инициатива; Прогноз научно-технологического развития России на период до 2030 г.; Приоритетные научно-технологические направления РФ; Государственная программа Российской Федерации «Развитие науки и технологий» на 2013–2020 гг.
Индия	Science, Technology and Innovation Policy 2013; Twelfth Five Year Plan; Vision 2030; National Action Plan on Climate Change; Atal Innovation Mission.
Китай	National Medium and Long-term Plan for the Development of Science and Technology; 13th Five-Year Plan for Economic and Social Development Innovation Driven Development Strategy; Strategy 2050; 20 Strategic Emerging Industries 2010–2020; National Key Technologies R&D Program
ЮАР	Our future – make it work; National Development Plan 2030; Innovation Towards A Knowledge-based Economy; The Ten-Year Innovation Plan for South Africa 2008–2018; The New Growth Path; Strategic Plan 2016–2021

Источник: составлено авторами на основе анализа национальных стратегических и прогнозных документов стран БРИКС (приложение 1).

В них было заявлено о необходимости укрепления сотрудничества стран в области науки, техники и инноваций; направленного на решение общих глобальных и региональных социально-экономических проблем на основе использования общего опыта, взаимодополняемости усилий, совместного генерирования новых знаний, создания

Governments of The Federative Republic of Brazil, The Russia Federation, The republic of India, The People’s Republic of China and The Republic of South Africa, 18 March 2015, Brasilia.

инновационных продуктов и услуг с использованием соответствующих инструментов финансирования и привлечения инвестиций.

В указанных документах были выделены несколько важнейших направлений для международного сотрудничества (продовольственная безопасность и устойчивое сельское хозяйство; противодействие стихийным бедствиям; новые и возобновляемые источники энергии, энергоэффективность; нанотехнологии; информационно-компьютерные технологии и др.).

Важную роль в активизации международной деятельности сыграли такие основополагающие документы, как Московская декларация о научно-техническом сотрудничестве стран БРИКС, принятая министрами науки, технологий и инноваций стран БРИКС в 2015 г., и Рабочий план по науке, технологиям и инновациям стран БРИКС на 2015–2018 гг. Согласование приоритетных направлений необходимо также и для реализации многосторонней научно-исследовательской инициативы БРИКС по линии Рамочной программы БРИКС.

В 2015 г. в Москве министры образования и науки стран БРИКС подписали Московскую декларацию о сотрудничестве, в которой были обозначены его основные будущие направления и различные инструменты поддержки, включая создание рабочих групп стран – участниц БРИКС по крупным исследовательским инфраструктурам, по финансированию многосторонних исследовательских проектов, по коммерциализации технологий и инновациям. Особое место в документе уделено вопросам создания совместной научно-исследовательской и инновационной платформы для обеспечения скоординированного подхода внутри исследовательского сообщества стран БРИКС по пяти согласованным и закрепленным за странами областям научно-технической кооперации:

- предупреждение и ликвидация природных катастроф (под руководством Бразилии);
- водные ресурсы и борьба с загрязнением воды (под руководством России);
- геопространственные технологии и их применение (под руководством Индии);
- новая и возобновляемая энергетика, энергетическая эффективность (под руководством Китая);
- астрономия (под руководством ЮАР).

Наряду с вышеуказанными были проанализированы и другие международные и национальные документы (см. приложение 1).

Формулировки, содержащиеся в этих документах, были обобщены и представлены в сводных таблицах, отражающих международные и национальные приоритеты стран БРИКС в сфере науки и технологий (табл. 2), предварительно сгруппированные в соответствии с важнейшими направлениями мирового научно-технологического развития.

На ее основе определялись перечни направлений (областей) науки и технологий, развитие которых в максимальной степени будет способствовать решению общих для стран БРИКС задач социально-экономического, научно-технологического и инновационного развития.

При формировании сводного перечня приоритетов научно-технологического развития стран БРИКС и выборе их формулировок предполагалось, что они должны удовлетворять следующим требованиям:

- приоритеты должны охватывать важнейшие направления научно-технологического развития, которые развиваются несколькими странами БРИКС (и соответствуют динамике развития мировой науки); направления должны быть примерно одного уровня общности, а охватываемые ими области по возможности не пересекаться друг с другом;

Таблица 2. Национальные приоритеты и приоритеты сотрудничества стран БРИКС в сфере научно-технологического и инновационного развития

Международные документы	Бразилия	Россия	Индия	Китай	ЮАР	Перспективные направления
Информационные и коммуникационные технологии; Высокотехнологичные компьютерные вычисления Фотоника	Экономика и цифровое общество Информационные и коммуникационные технологии Кибербезопасность	Информационно-коммуникационные технологии Системы обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта Квантовые коммуникации Системы управления	Информационные и коммуникационные технологии Телекоммуникационные технологии	Информационные технологии Киберпространство, включая обеспечение его безопасности Передовая электроника Телекоммуникации	Информационно-коммуникационные технологии Цифровая экономика	Информационно-телекоммуникационные системы
Медицина и биотехнологии Биомедицина и науки о жизни (биомедицинская инженерия, биоинформатика, биоматериалы) Биотехнология и биомедицина, включая охрану здоровья человека и нейронауки	Здравоохранение Фармацевтика Биомы и биоэкономика Биотехнологии	Персонализированная медицина, высокотехнологичное здравоохранение Геномика и синтетическая биология Нейротехнологии Биотехнологии	Здравоохранение Фармацевтика Медицинское оборудование Биотехнологии	Здравоохранение, здоровые населения, Медицина Нейронаука Фармацевтика, биофармацевтика Биотехнологии	Здравоохранение Биотехнологии Фармацевтика Биоэкономика	Науки о жизни
Продовольственная безопасность и устойчивое сельское хозяйство Биотехнологии	Продовольственное обеспечение Сельское хозяйство Биоразнообразие Биотехнологии	Высокопродуктивное и экологически чистое агро- и аквахозяйство, создание безопасных и качественных продуктов питания Биотехнологии	Устойчивое развитие сельского хозяйства Животноводство Биотехнологии	Сельское хозяйство Агропродовольствие Пищевая промышленность Биотехнологии	Сельское хозяйство Рыбное хозяйство Продовольственное обеспечение Биоразнообразие Биотехнологии	Сельское хозяйство
Водные ресурсы и борьба с загрязнением воды, исследование океанов и полярных регионов Геопрозрачные технологии и их применение Предупреждение и ликвидация природных катастроф Изучение Мирового океана и полярные исследования и технологии	Защита окружающей среды Изменение климата Водные ресурсы Океан и прибрежные территории Добыча углеводородов «Зеленая» экономика Сохранения биоразнообразия	Рациональное природопользование Повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, Снижение риска возникновения и уменьшение последствий катастроф природного и техногенного происхождения Противодействие техногенным, биогенным угрозам	Изменение климата Защита окружающей среды Водные ресурсы Исследования океанов Геонауки, сейсмология «Зеленые» технологии Нетопливные минеральные ресурсы Утилизация отходов	Водные и минеральные ресурсы Экология Окружающая среда Глубокая разведка и бурение Океанография, изучение глубокого океана Водные ресурсы Морские технологии	Изменение климата Добыча минеральных ресурсов Зеленая экономика Водные ресурсы Окружающая среда Переработка отходов	Рациональное природопользование

Международные документы	Бразилия	Россия	Индия	Китай	ЮАР	Перспективные направления
Нанотехнологии Материаловедение	Нанотехнологии	Новые материалы и способы их конструирования Нанотехнологии	Материалы	Новые материалы Нанотехнологии	Наносистемы и материалы Нанотехнологии	Новые материалы и нанотехнологии
Новая и возобновляемая энергетика, энергоэффективность Экологически чистые технологии использования Природный газ и нетрадиционные источники газа	Энергетика Атомная энергетика Возобновляемые источники энергии Биотопливо	Экологически чистая и ресурсосберегающая энергетика, энергоэффективность и энергосбережение Ядерная и термоядерная энергетика Новые источники энергии	Энергетика Энергоэффективность Атомная энергетика Солнечная энергетика Возобновляемые источники энергии	Энергетика Гидроэнергетика Энергосбережение Новое поколение атомной энергетики Возобновляемые и невозобновляемые источники энергии	Энергетика	Энергетика
Исследование и освоение космоса, авиационная наука Астрономия Наблюдения Земли Геопространственные технологии и их применение	Аэрокосмические технологии Космос Транспорт, включая высокоскоростной	Создание интеллектуальных транспортных и телекоммуникационных систем, освоение и использование космического и воздушного пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики Транспортные и космические системы	Космические исследования и технологии Городской транспорт	Исследования космоса Авиакосмическое оборудование Космические технологии Навигация Транспорт Скоростная железная дорога	Аэрокосмические технологии Астрономия	Транспортные и космические системы
	Промышленность	Передовые цифровые, интеллектуальные производственные технологии Аддитивные технологии Робототехнических и мехатронные системы Системы на базе технологий нано- и микросистемной техники Сенсорика, бионика	Промышленное производство Обрабатывающая промышленность	Передовое производство Интеллектуальное производство Робототехника Аддитивное производство	Передовые производственные технологии	Производство
	Кибербезопасность	Противодействие различным угрозам, киберугрозам		Киберпространство и обеспечение его безопасности	Информационная безопасность	Безопасность

Источник: подготовлено авторами на основе анализа стратегических документов научно-технической политики стран БРИКС (см. приложение 1).

– формулировки направлений должны в максимальной степени соответствовать приоритетам научно-технологического и инновационного развития, отраженным в национальных и международных стратегических документах;

С учетом этих требований были предварительно определены восемь направлений, охватывающие все важнейшие сферы мирового научно-технологического развития. Некоторые из этих направлений в дальнейшем были детализированы. Так, науки о жизни были разбиты на два направления: здравоохранение и медицина и биотехнологии; энергетика – на три направления: энергоэффективность и энергосбережение, ядерная энергетика, возобновляемые источники энергии. Кроме того, отдельные направления были переформулированы для лучшего отражения их целевой направленности.

Для оценки выполнимости второго требования был проведен анализ ресурсов научно-технологического развития стран БРИКС, библиометрический и патентный анализ их научно-технологического потенциала, который позволил выделить области специализации отдельных стран и наиболее перспективные направления их сотрудничества.

Ресурсы научно-технологического развития стран БРИКС

Все страны БРИКС, за исключением ЮАР, относятся к крупнейшим экономикам мира и обладают значительными возможностями для нахождения ответов на современные вызовы в случае объединения ресурсов и их эффективного использования.

Китай является крупнейшей научной державой БРИКС (рис. 3). По объему внутренних затрат на исследования и разработки (408,8 млрд долл. США по ППС (паритету покупательной способности) в 2015 г.) он уступает только США (502,9 млрд долл.). В 2015 г. внутренние затраты на исследования и разработки (ВЗИР) в Китае превысили суммарный объем ВЗИР в 28 странах ЕС и втрое превышают суммарные затраты остальных членов БРИКС.

В России, Индии и Бразилии объемы ВЗИР в последние годы были сопоставимы – в пределах 35–50 млрд долл. США по ППС. В ЮАР инвестиции в исследования и разработки были существенно меньше – около 5 млрд долл. США по ППС в последние годы (табл. 3).

Таблица 3. Основные показатели научно-технологического потенциала стран БРИКС

Страна	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2015 г.
Внутренние затраты на исследования и разработки (ВЗИР), млрд долл. США по ППС, текущие цены				
Бразилия	15,8	20,5	32,5	38,4 (2014)
Россия	10,5	18,1	33,1	38,1
Индия	15,7	26,5	43,7	50,3
Китай	33,0	86,8	213,5	408,8
ЮАР	2,6 (2001)	4,1	4,4	5,0 (2013)
США	269,5	328,1	410,1	502,9
Страны ЕС-28	183,0	226,8	308,3	386,5

Страна	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2015 г.
Внутренние затраты на исследования и разработки, % к ВВП				
Бразилия	1,00	1,00	1,16	1,17 (2014)
Россия	0,99	1,00	1,06	1,10
Индия	0,74	0,81	0,82	0,63
Китай	0,89	1,31	1,71	2,07
ЮАР	0,72 (2001)	0,86	0,74	0,73 (2013)
США	2,62	2,51	2,74	2,79
Страны ЕС-28	1,67	1,66	1,84	1,96
Численность исследователей, тыс. человек в эквиваленте полной занятости (ЭПЗ)				
Бразилия	73,9	109,4	138,7	...
Россия	506,4	464,6	442,1	449,2
Индия	115,9	154,8	192,8	283,0
Китай	695,1*	1 118,7*	1210,8	1619,0
ЮАР	14,2 (2001)	17,3	18,7	23,3 (2013)
США	983,3	1 101,1	1198,8	1380,0
Страны ЕС-28	1 117,8	1 374,8	1601,1	1840,7
ВЗИР на одного исследователя (в ЭПЗ), тыс. долл. США по ППС, текущие цены				
Бразилия	214,3	187,8	234,5	...
Россия	20,7	39,0	74,9	84,9
Индия	135,1	171,4	226,5	177,6
Китай	47,5	77,6	176,3	252,5
ЮАР	183,3 (2001)	234,1	236,8	213,1 (2013)
США	274,1	298,0	342,1	364,4
Страны ЕС-28	163,8	164,9	192,6	210,0

Источник: Для России, Китая, ЮАР, США – данные из базы ОЭСР «Основные показатели развития науки и технологий» OECD MSTI (Main Science and technology Indicators database). Режим доступа: <http://stats.oecd.org> (дата обращения: 20.10.2017); для Бразилии и Индии – данные из базы Института статистики ЮНЕСКО, секция «Наука, технологии и инновации» (UNESCO Institute of Statistic database (section “Science, technology and innovation”). Режим доступа: <http://data.uis.unesco.org> (дата обращения: 20.10.2017) (данные обновлены в сентябре 2017).

Примечание. Для всех стран, приведенных в таблице, численность исследователей рассчитывается в соответствии с методологией Руководства Фраскати ОЭСР (OECD Frascati Manual: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development). Численность исследователей в Китае рассчитывается в соответствии с методологией Руководства Фраскати ОЭСР по всем категориям организаций, выполняющих ИР, только с 2009 г. До 2009 г. численность исследователей в соответствии с методологией Руководства Фраскати ОЭСР рассчитывалась только для независимых исследовательских институтов. Для всех остальных категорий организаций, выполняющих ИР, в категорию «исследователи» (в плане статистического учета) в Китае входили «ученые и инженеры» (“scientist and engineer”) в соответствии с методологией ЮНЕСКО. Для расчета численности исследователей был выбран эквивалент полной занятости, так как данные по фактической численности исследователей недоступны для США и Индии, а также практически отсутствуют по Китаю.

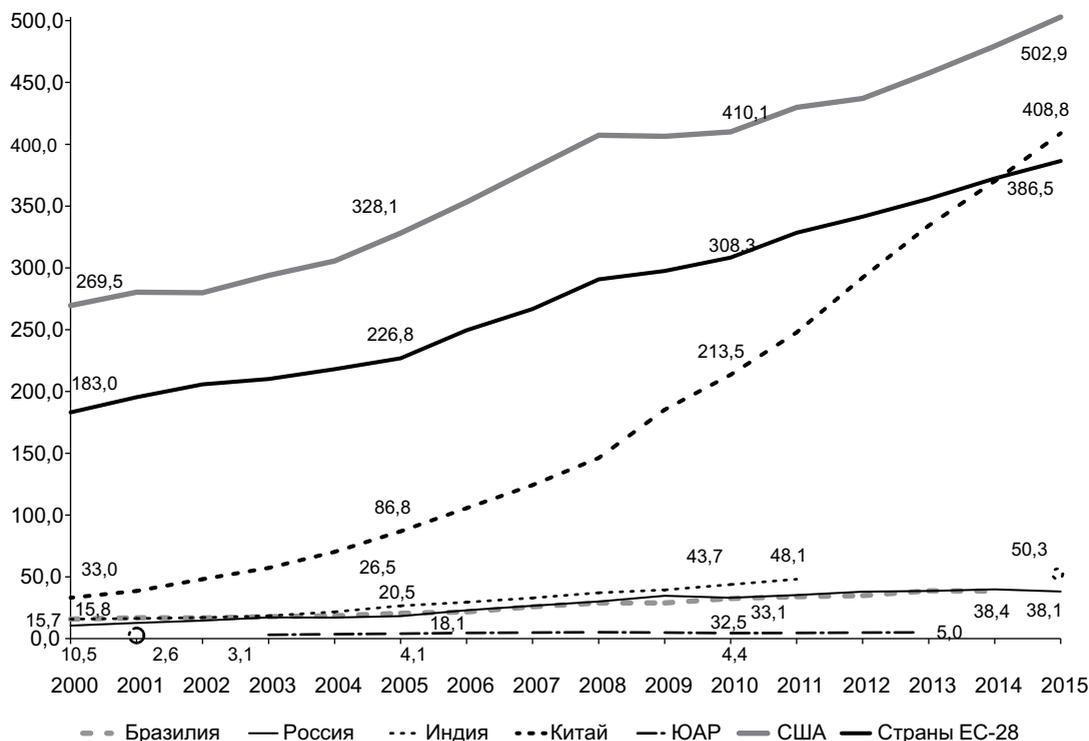


Рис. 3. Динамика объема внутренних затрат на исследования и разработки в странах БРИКС, США и странах ЕС28 (млрд долл. США по ППС, текущие цены)

Источник: Для России, Китая, ЮАР, США – данные из базы ОЭСР «Основные показатели развития науки и технологий» OECD MSTI (Main Science and technology Indicators database). Режим доступа: <http://stats.oecd.org> (дата обращения: 20.10.2017); для Бразилии и Индии – данные из базы Института статистики ЮНЕСКО, секция «Наука, технологии и инновации» (UNESCO Institute of Statistic database (section “Science, technology and innovation”). Режим доступа: <http://data.uis.unesco.org> (дата обращения: 20.10.2017) (данные обновлены в сентябре 2017 г.).

В Китае объемы ВЗИР за последние 15 лет выросли в 11,2 раза, в других странах БРИКС соответствующий рост был значительно ниже – от 1,85 в Индии до 4,23 раза – в России. В Китае ежегодный прирост внутренних затрат на исследования и разработки (порядка 30–40 млрд долл.) в последние годы был сопоставим с ежегодными внутренними затратами России, Индии и Бразилии.

В Китае в последние годы наблюдался также постоянный рост интенсивности затрат на исследования и разработки. В других странах БРИКС соответствующие показатели менялись незначительно, в особенности в последние пять лет. Так, показатель внутренних затрат на исследования и разработки (ИиР) в процентах к ВВП в Китае увеличился с 0,90% в 2000 г. до 2,07% в 2015 г., превысив соответствующий показатель для 28 стран ЕС (0,93%) в 2013 г. В странах ЕС и в США интенсивность затрат за последние 15 лет выросла незначительно.

Наибольшая численность исследователей – в Китае, в эквиваленте полной занятости (ЭПЗ) 1,62 млн человек в 2015 г. В США этот показатель составлял 1,35 млн человек (2014 г.), а в 28 странах ЕС в целом – 1,81 млн человек. Россия по численности исследователей (446,2 тыс. человек в ЭПЗ) уступает только Китаю, США и Японии

(662, 1 тыс. человек). Численность исследователей в Индии (192,8 тыс. человек в ЭПЗ в 2010 г.) и Бразилии (138,7 тыс. человек в ЭПЗ в 2010 г.) сопоставима. В ЮАР число исследователей намного меньше, чем в остальных странах БРИКС, – 23,3 тыс. человек в эквиваленте полной занятости (2013 г.).

В пересчете на одного исследователя (в ЭПЗ) затраты на ИР в России были наименьшими среди стран БРИКС: 80–90 тыс. долл. США по ППС на исследователя в последние пять лет. В остальных странах БРИКС значение этого показателя в последние годы составляло 200–250 тыс. долл. Это было сопоставимо с показателем для 28 стран ЕС в целом (200–210 тыс. долл.), но существенно ниже, чем в США (340–355 тыс. долл.).

Анализ ресурсного обеспечения исследований и разработок в странах БРИКС показал, что Китай стал ведущей мировой научной державой, доминируя в БРИКС по объемам финансирования исследований и разработок и численности исследователей. По объему финансирования ИР Китай постепенно приближается к мировому лидеру – США, опережая страны ЕС-28 по совокупному объему финансирования ИР. По численности исследователей (в эквиваленте полной занятости) Китай в 2015 г. занимает первое место в мире.

Китай имеет возможности для поддержки приоритетов по достаточно широкому кругу направлений, другие страны обладают значительно меньшим потенциалом, что предполагает необходимость выбора достаточно ограниченного числа приоритетных направлений.

Публикационная активность стран БРИКС и их международное сотрудничество

Для анализа публикационной активности стран БРИКС была выбрана одна из ведущих международных баз данных научного цитирования Scopus, которая, в отличие от Web of Science, позволяет более оперативно анализировать тематическую структуру заданного массива публикаций по укрупненным областям науки. Подробнее о достоинствах и недостатках баз Scopus и Web of Science см.: [Shashnov, Kotsemir, 2015; Kotsemir, Shashnov, 2017].

С 2000 г. в странах БРИКС наблюдался высокий рост числа публикаций и росла доля стран БРИКС в мировом научном сообществе (рис. 4). В 2010 г. общее количество публикаций стран БРИКС превысило число публикаций в США, а в 2014 г. оно вплотную приблизилось к соответствующему показателю для стран ЕС.

В значительной степени это было обеспечено исключительно высокими темпами роста публикационной активности в Китае. За 2000–2015 гг. число публикаций авторов из этой страны выросло в 8,5 раза, в то время как в мире в последние пять лет темпы роста публикационной активности замедлились. В результате за 2000–2015 гг. в рейтинге по числу публикаций Китай поднялся с 6-го на 2-е место. Благодаря относительно высоким темпам роста публикационной активности в последние годы Китаю удалось также существенно приблизиться к США, где в рассматриваемый период темпы роста публикаций были невысокие.

Число российских публикаций, индексируемых в Scopus, за 2001–2015 гг. увеличилось лишь в 1,86 раза, при этом основной рост пришелся на последние пять лет. В рейтинге по числу публикаций за этот период Россия перешла с 9-го на 13-е место. В 2000–2012 гг. численность публикаций в России держалась на уровне 30–38 тыс. в год и лишь в последние годы этого периода начался быстрый рост публикационной активности.

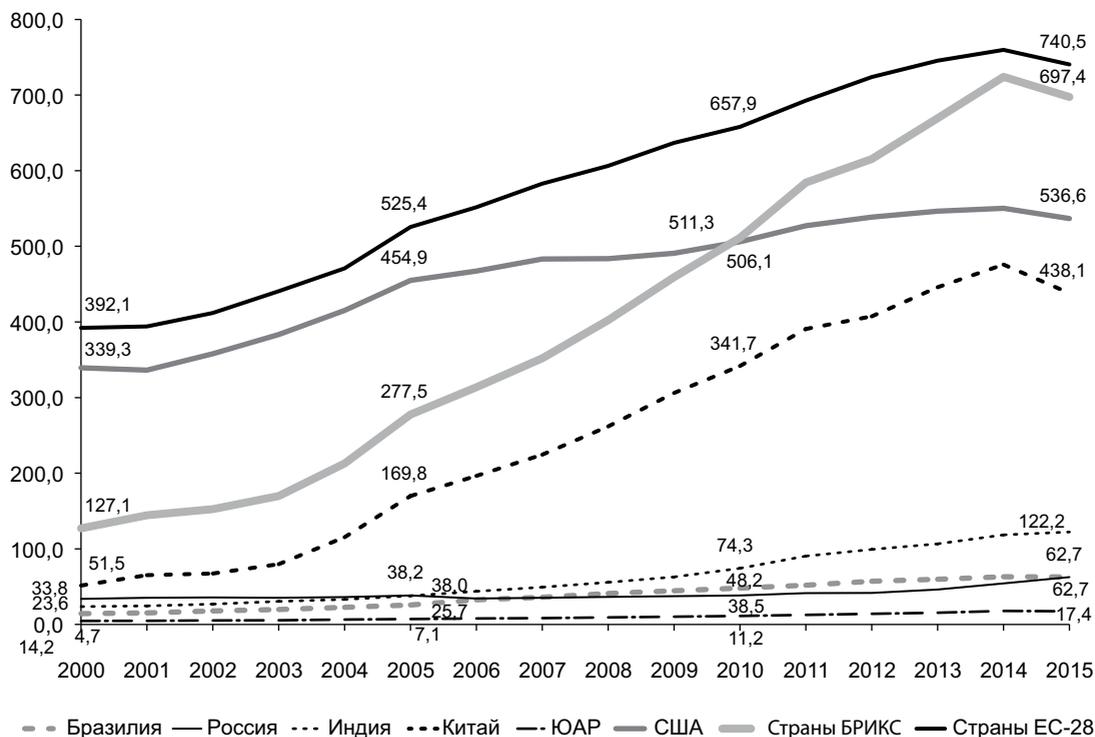


Рис. 4. Динамика числа публикаций стран в базе данных Scopus, 2000–2015 гг.

Источник: расчеты авторов по материалам базы данных научного цитирования Scopus. В анализ включены следующие типы документов: статья (article), обзор (review), доклад на конференции (conference paper). Данные обновлены в марте 2017 г.

Индия и Бразилия наряду с Китаем относятся к странам с динамично растущей публикационной активностью. Число публикаций Бразилии в системе Scopus за 2000–2015 гг. выросло с 14,1 тыс. до 62,0 тыс. В мировом рейтинге по числу публикаций Бразилия переместилась с 17-го места в 2000 г. на 14-е в 2015 г. В 2000–2015 гг. число публикаций в Индии в базе данных Scopus увеличилось с 23,5 тыс. до 122 тыс.

ЮАР также относится к числу стран с динамично растущим уровнем публикационной активности. Однако эти высокие темпы роста обеспечиваются эффектом низкого старта. Число публикаций ЮАР с 2000 по 2015 г. выросло в 3,75 раза: с 4,6 тыс. до 17,1 тыс. В рейтинге по общему числу публикаций ЮАР находится в четвертой десятке стран.

В целом в 2015 г. на страны БРИКС приходилось 29% мирового объема публикаций в Scopus, в том числе на Китай – 18%, Индию – 5%, Россию и Бразилию – 2,6%, ЮАР – 0,72% (табл. 4). По общему объему публикаций в Scopus страны БРИКС вплотную приблизились к совокупному показателю для стран ЕС-28, на которые в 2015 г. приходилось 30,5% мирового объема публикаций.

Наибольшую вовлеченность в международное научное сотрудничество среди стран БРИКС показывает ЮАР (табл. 5). С 2005 г. более 40% публикаций этой страны подготовлены в соавторстве с исследователями из других стран. При этом удельный вес публикаций в международном соавторстве в ЮАР в последние пять лет растет.

Таблица 4. Доля различных стран в мировом объеме публикаций

Страна/группа стран	2000	2005	2010	2015
Бразилия	1,2%	1,6%	2,3%	2,6%
Россия	2,8%	2,3%	1,8%	2,6%
Индия	2,0%	2,3%	3,5%	5,0%
Китай	4,3%	10,3%	16,0%	18,0%
ЮАР	0,39%	0,43%	0,53%	0,72%
Страны БРИКС	10,7%	16,8%	24,0%	28,7%
США	28,5%	27,5%	23,8%	22,1%
Страны ЕС-28	33,0%	31,8%	30,9%	30,5%
Мир в целом	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Источник: расчеты авторов по материалам базы данных научного цитирования Scopus. В анализ включены следующие типы документов: статья (article), обзор (review), доклад на конференции (conference paper). Данные обновлены в марте 2017 г.

Таблица 5. Удельный вес публикаций в международном соавторстве в общем числе публикаций стран БРИКС в Scopus в 2000–2015 гг., %

Страна	2000	2005	2010	2015
Бразилия	29,5	27,6	23,9	30,1
Россия	25,9	33,6	28,3	25,5
Индия	15,3	18,5	17,8	16,6
Китай	15,2	13,6	14,6	20,2
Юар	29,8	40,5	42,2	47,4

Источник: расчеты авторов по материалам базы данных научного цитирования Scopus. В анализ включены следующие типы документов: статья (article), обзор (review), доклад на конференции (conference paper). Данные обновлены в сентябре 2016 г.

В России удельный вес публикаций в международном соавторстве в последние 15 лет составлял 25–35%. При этом в России, в отличие от ЮАР, Китая и Бразилии, данный показатель постепенно сокращается – с 33,6% в 2005 г. до 25,5% в 2015 г.

В Бразилии степень интеграции исследователей в международное научное сотрудничество была несколько ниже, чем в России (20–25% в последние 15 лет). Как и в ЮАР, удельный вес публикаций в международном сотрудничестве в Бразилии за последние пять лет увеличился (с 23,9 до 30,1).

В Индии и Китае интеграция исследователей в международное научное сотрудничество ниже, чем в остальных странах БРИКС – порядка 15–20% в последние 15 лет. За последние пять лет Китаю удалось увеличить удельный вес публикаций в зарубежном соавторстве с 14,6% в 2010 г. до 20,2% в 2015 г. В Индии данный показатель за последние годы незначительно сократился. Низкий уровень сотрудничества с исследователями из других стран характерен и для ряда других ведущих азиатских стран. Так, в Иране этот

показатель в 2015 г. составлял 20,9%, в Турции – 21,1%, в Республике Корея – 26,5%, в Японии – 26,6% [Voynilov et al., 2017].

Показатели интеграции стран БРИКС (за исключением ЮАР) в научное сотрудничество намного ниже, чем в европейских странах (например, во Франции в 2015 г. 51,8% публикаций страны в Scopus – в международном соавторстве, в Великобритании – 50,0%, в Германии – 48,5%, в Швеции – 59,1%, в Дании – 58,5%, в Норвегии 57,1%, в Финляндии 56,0%. В США этот показатель в 2015 г. составил 32,8% [Voynilov et al., 2017].

Страны БРИКС в целом не являются друг для друга ключевыми научными партнерами (рис. 5). В последние годы у Китая доля публикаций в сотрудничестве со странами БРИКС в общем числе совместных публикаций с другими странами составляет только 3%, Бразилии – 9%, России – 10%, Индии – 11%, ЮАР – 15%. Отметим, что для Китая этот индикатор в 2000–2015 гг. оставался на уровне ниже 4%. Ни одна из стран БРИКС в 2015 г. не входила в десятку крупнейших научных партнеров Китая. В то же время для остальных стран БРИКС научное сотрудничество с другими странами БРИКС становится все более важным в последние 15 лет. Таким образом, международное сотрудничество стран БРИКС имеет значительный потенциал для развития.

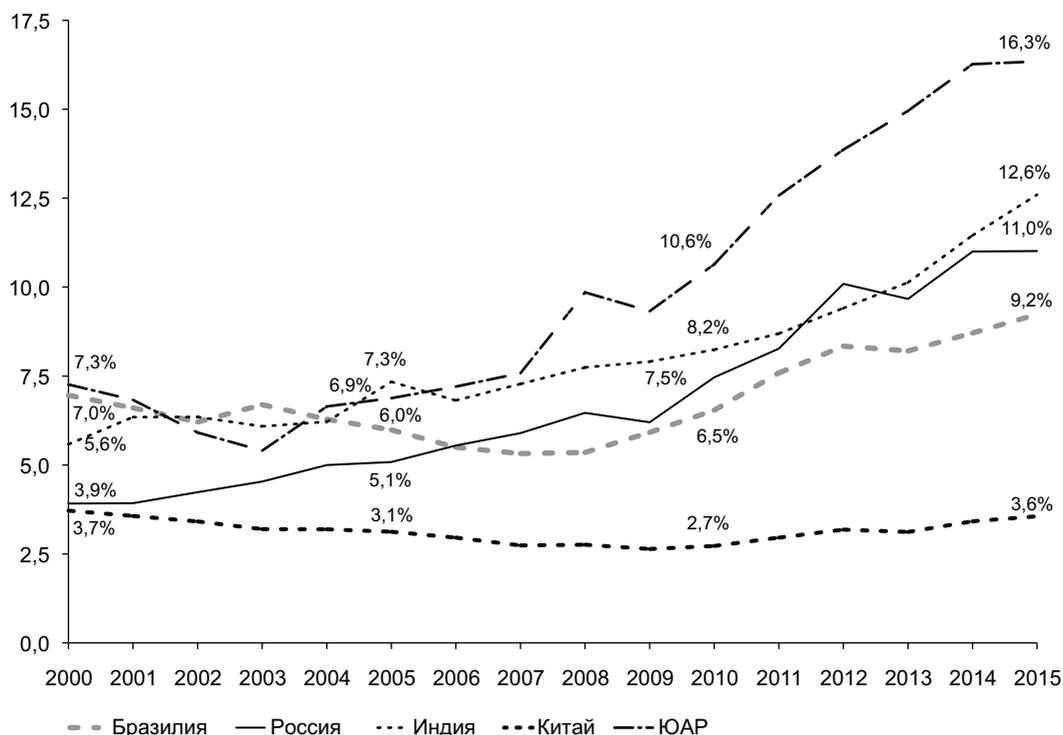


Рис. 5. Удельный вес совместных публикаций с другими странами БРИКС в общем числе публикаций в международном соавторстве стран БРИКС в Scopus, 2000–2015 гг.

Источник: расчеты авторов по материалам электронного аналитического ресурса Scopus SciVal Benchmarking. В анализ включены следующие типы документов: статья (article), обзор (review), доклад на конференции (conference paper). Данные обновлены в марте 2017 г.

Основным партнером для всех стран БРИКС в 2015 г. (как и в предшествующие годы) были США. Так, на совместные с США публикации приходилось 44,6% всех публикаций Китая в международном сотрудничестве, а на второго по значимости партнера – Великобританию – всего 9,9%. В России структура научных партнеров несколько отличается от подобной структуры для Китая, Бразилии и Индии. На совместные публикации с США и Германией в 2015 г. приходилось 25,4% и 23,7% публикаций России в международном соавторстве. Далее в порядке убывания следуют Франция (14,1%), Великобритания (13,2%), Италия (9,6%) и Китай (8,4%). Значимость других стран БРИКС в структуре международного сотрудничества России была намного ниже. На Бразилию приходится 3,9% российских публикаций в международном соавторстве, на Индию – 3,8%, на ЮАР – 2,1%.

Как видно из представленных данных, взрывной рост как ресурсного обеспечения сектора исследований и разработок, так и публикационной активности позволил Китаю стать новой научной сверхдержавой наряду с США. При сохранении нынешних темпов роста публикационной активности Китай в ближайшие три-пять лет может обойти США по общему числу публикаций в базе данных Scopus. Ни одна из других стран БРИКС не показала подобного роста показателей публикационной активности. Тем не менее все страны БРИКС стали «более видимыми и значимыми» в международном научном сообществе. Они смогли увеличить как число своих публикаций, индексируемых в базе данных Scopus, так и показатели их цитируемости. Россия в отличие от других стран БРИКС, которые увеличивали число публикаций в течение всего рассматриваемого периода, смогла резко нарастить свое присутствие в базе Scopus лишь в последние три года. Подобная динамика свидетельствует о значительном накопленном научно-технологическом потенциале стран БРИКС, который может использоваться более эффективно в случае координации усилий отдельных стран группы.

Тематическая структура публикаций стран БРИКС

Тематическая структура публикаций стран БРИКС оценивалась по 27 укрупненным направлениям базы данных Scopus, а также сравнивалась с общемировой структурой публикаций для получения значений индекса научной специализации или индекса сравнительного преимущества страны (табл. 6).

Индекс научной специализации (ИНС) страны по отдельно взятой области науки рассчитывается как отношение удельного веса публикаций по области науки в общем числе публикаций страны к аналогичному показателю для мировой структуры публикаций. К областям научной специализации страны относятся те области, у которых ИНС выше единицы. Области науки, в которых ИНС существенно больше единицы (например, выше 1,5 или 2,0), можно отнести к ключевым областям научной специализации страны.

Для российской науки характерен «физико-технический» профиль, складывавшийся долгие годы. Крупнейшим направлением исследований российских ученых в Scopus в 2011–2015 гг. было направление «Физика и астрономия», на которое приходится 33,4% всех российских работ. Удельный вес публикаций по данному направлению намного выше аналогичного показателя для общемировой структуры публикаций (12,3%). К крупным направлениям исследований в России также относятся: «Технические науки» (18,5% от всех российских публикаций за 2011–2015 гг.), «Материаловедение» (18,1%), «Химия» (15%).

Таблица 6. Тематическая структура публикаций и индексы научной специализации для стран БРИКС по областям науки за 2011–2015 гг.

Направления исследований	Мировая стр-ра публ.	Бразилия		Россия		Индия		Китай		ЮАР	
		Стр-ра публ.	ИНС								
Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учёт	2,2%	1,6%	0,72	0,9%	0,41	1,7%	0,80	1,2%	0,55	3,2%	1,49
Биохимия, генетика и молекулярная биология	* 12,0%	11,2%	0,93	9,3%	0,77	12,9%	1,07	11,1%	0,93	9,8%	0,82
Ветеринария	* 0,8%	3,7%	4,42	0,1%	0,06	1,2%	1,44	0,3%	0,34	1,4%	1,74
Гуманитарные науки	3,7%	1,9%	0,51	2,1%	0,57	0,6%	0,16	0,5%	0,14	8,7%	2,31
Иммунология и микробиология	* 2,8%	4,3%	1,54	1,6%	0,58	2,6%	0,94	2,1%	0,76	4,6%	1,65
Компьютерные науки	* 12,4%	8,9%	0,72	6,9%	0,56	15,4%	1,24	15,5%	1,25	6,8%	0,55
Математика	* 6,9%	5,3%	0,78	10,5%	1,54	6,2%	0,90	8,1%	1,18	5,1%	0,74
Материаловедение	* 10,3%	6,3%	0,61	18,1%	1,77	12,4%	1,20	15,8%	1,54	6,2%	0,60
Медицина и здравоохранение	* 28,1%	29,5%	1,05	8,5%	0,30	19,8%	0,70	14,8%	0,53	25,6%	0,91
Междисциплинарные исследования	1,0%	0,7%	0,72	1,2%	1,26	1,6%	1,58	1,4%	1,42	0,5%	0,53
Науки о здоровье	1,1%	1,7%	1,49	0,7%	0,66	0,4%	0,39	0,3%	0,29	1,0%	0,93
Науки о Земле и других планетах	* 4,4%	3,7%	0,84	10,0%	2,25	3,7%	0,83	5,6%	1,27	7,5%	1,68
Науки о принятии решений	1,0%	1,3%	1,29	0,5%	0,48	0,9%	0,89	0,9%	0,96	0,8%	0,81
Науки об охране окружающей среды	* 5,0%	5,8%	1,17	3,2%	0,64	5,8%	1,17	5,1%	1,03	7,3%	1,46
Нейронаука	2,4%	2,7%	1,15	0,9%	0,39	0,9%	0,36	1,2%	0,51	1,0%	0,43
Общественные науки	7,5%	6,0%	0,79	4,1%	0,54	3,3%	0,43	2,3%	0,30	16,6%	2,20
Психология	2,2%	1,9%	0,86	0,4%	0,20	0,4%	0,16	0,3%	0,12	2,7%	1,25
Сельскохозяйственные и биологические науки	7,9%	20,3%	2,57	5,7%	0,72	8,7%	1,09	6,4%	0,81	16,4%	2,07
Сестринское дело	1,5%	2,5%	1,64	0,3%	0,19	0,3%	0,22	0,3%	0,17	1,2%	0,82
Стоматология	* 0,5%	2,8%	5,50	0,0%	0,02	1,0%	1,90	0,1%	0,28	0,2%	0,32
Технические науки	* 21,3%	11,7%	0,55	18,5%	0,87	21,8%	1,03	38,4%	1,80	10,1%	0,48
Фармакология, токсикология и фармацевтика	* 3,3%	3,8%	1,13	1,6%	0,47	9,8%	2,93	3,1%	0,92	2,8%	0,84

Направления исследований	Мировая стр-ра публ.	Бразилия		Россия		Индия		Китай		ЮАР		
		Стр-ра публ.	ИНС									
Физика и астрономия	*	12,3%	10,0%	0,82	33,4%	2,72	13,8%	1,13	15,5%	1,26	10,0%	0,82
Химические технологии		4,5%	3,5%	0,78	5,1%	1,12	6,8%	1,51	6,7%	1,48	3,0%	0,66
Химия	*	8,9%	7,2%	0,82	15,0%	1,69	14,2%	1,60	12,6%	1,42	7,6%	0,86
Экономика, эконометрика и финансы		1,5%	0,8%	0,53	1,3%	0,88	0,9%	0,62	0,5%	0,31	4,1%	2,68
Энергетика	*	3,3%	2,3%	0,70	4,2%	1,29	3,5%	1,08	4,9%	1,49	2,6%	0,81

Примечание. В таблице приведены удельные веса публикаций по отдельным направлениям исследований в общем числе публикаций страны. Сумма удельных весов по всем 27 направлениям превышает 100%, так как одна публикация может относиться одновременно к нескольким направлениям.

Источник: расчеты авторов по материалам базы данных научного цитирования Scopus. В анализ включены следующие типы документов: статья (article), обзор (review), доклад на конференции (conference paper). Данные обновлены в сентябре 2016 г.

Очень незначительно (менее 1% от общего числа публикаций) представлены такие направления, как «Нейронаука»; «Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учет»; «Науки о здоровье»; «Науки о принятии решений»; «Психология»; «Сестринское дело»; «Ветеринария» и «Стоматология».

Индекс научной специализации России для направления «Физика и астрономия» составил 2,72. Уровень специализации России для данного направления наиболее высокий среди всех стран БРИКС. Для сравнения, в Китае ИНС по этому направлению составляет 1,26, в Индии – 1,13, а в ЮАР и Бразилии – 0,82. Высокий ИНС в российской структуре научных публикаций в Scopus имеет направление «Науки о Земле и других планетах» – 2,25 за 2011–2015 гг. Этот показатель специализации наивысший среди стран БРИКС. ИНС в пределах от 1,5 до 2,0 имеют такие направления, как «Материаловедение» (1,77), «Химия» (1,69) и «Математика» (1,54). В то же время крайне низкие значения ИНС имеют «Психология» (0,20), «Сестринское дело» (0,19), «Ветеринария» (0,06) и «Стоматология» (0,02).

Статусу Китая как «глобальной фабрики» (global manufacturer) соответствует тематический профиль страны в Scopus. Основное направление исследований в стране – «Технические науки», на которое приходится 38,4% публикаций. Кроме того, значимо представлены направления «Материаловедение» (15,8%); «Компьютерные науки» (15,5%), «Физика и астрономия» (15,5%); «Медицина и здравоохранение» (14,8); «Химия» (12,6) и «Биохимия, генетика и молекулярная биология» (11,1%). Очень слабо (менее 1% от общего объема публикаций за 2011–2015 гг.) в структуре публикаций Китая представлены: «Науки о принятии решений»; «Гуманитарные науки»; «Экономика, эконометрика и финансы»; «Науки о здоровье»; «Ветеринария»; «Психология»; «Сестринское дело» и «Стоматология».

К основным направлениям специализации Китая относятся «Технические науки» (ИНС за 2011–2015 гг. составил 1,80 – наивысший среди стран БРИКС), «Материалове-

дение» (1,54), «Химические технологии» (1,48), «Химия» (1,42). К менее значимым направлениям специализации можно отнести: «Науки о Земле и других планетах» (1,27), «Физика и астрономия» (1,26), «Компьютерные науки» (1,25).

В Индии тематическая структура публикаций более равномерная, чем в России и Китае. На основное направление страны, «Технические науки», приходится 21,8% публикаций за 2011–2015 гг. Другие крупные направления исследований Индии – это «Медицина» (19,8%), «Компьютерные науки» (15,4%), «Химия» (14,2%), «Физика и астрономия» (13,8%); «Биохимия, генетика и молекулярная биология» (12,9%) и «Материаловедение» (12,4%).

Для Индии явно прослеживается сдвиг профиля в сторону фармацевтики и химических наук. «Фармакология и фармацевтика» – основное направление специализации Индии в Scopus. ИНС по данному направлению в 2011–2015 гг. составил 2,93. Это наивысшее значение ИНС среди стран БРИКС. Для сравнения, в Бразилии этот показатель составляет 1,13, а в остальных странах БРИКС не превышает единицу. Другие выделяющиеся направления специализации Индии – «Стоматология» (1,90); «Химия» (1,60); «Междисциплинарные исследования» (1,58); «Химические технологии» (1,51); «Ветеринария» (1,44).

Структуры публикаций в Бразилии и ЮАР значительно отличаются от других стран БРИКС. Для Бразилии характерен медико-биологический профиль исследований. Ведущие направления исследований в Scopus – это «Медицина» (29,5% публикаций страны за 2011–2015 гг.) и «Сельскохозяйственные и биологические науки» (20,3%). Другие крупные направления исследований – это «Технические науки» (11,7%), «Биохимия, генетика и молекулярная биология» (11,2%), «Физика и астрономия» (10,0%).

Бразильские публикации выделяются экстремально высокими показателями индекса научной специализации (ИНС) для направлений «Стоматология» (5,50 за 2011–2015 гг.) и «Ветеринария» (4,42). Эти показатели – наивысшие среди стран БРИКС и одни из наиболее высоких в мире (среди стран со значимым числом публикаций). Другие направления специализации – это «Сельскохозяйственные и биологические науки» (2,57), «Сестринское дело» (1,64, наивысшее значение ИНС по данному направлению среди стран БРИКС), «Микробиология и иммунология» (1,54), «Науки о здоровье» (1,49).

В ЮАР основное направление исследований, как и в Бразилии, – «Медицина» (25,6% публикаций страны в Scopus за 2011–2015 гг.). Другие крупные направления исследований южноафриканских авторов – «Общественные науки» (16,6%), «Сельскохозяйственные и биологические науки» (16,4%), «Технические науки» (10,1%) и «Физика и астрономия» (10,0%).

Для ЮАР, в отличие от других стран БРИКС, характерна явная специализации в области общественно-гуманитарных направлений. ИНС по этим направлениям превышает 2,00 в 2011–2015 гг.: «Экономика, эконометрика и финансы» (2,68), «Гуманитарные науки» (2,31), «Общественные науки» (2,20). В остальных странах БРИКС значения ИНС по указанным направлениям не превышают единицу. Относительно высоким значением ИНС в ЮАР выделяются следующие направления: «Ветеринария» (1,74), «Микробиология и иммунология» (1,65), «Управленческие технологии» (1,49), «Науки об охране окружающей среды» (1,46). Для Бразилии и ЮАР характерны также высокие значением ИНС по направлению «Иммунология и микробиология».

Тематическая структура совместных публикаций внутри стран БРИКС сильно смещена в сторону направления «Физика и астрономия» (табл. 7).

Таблица 7. Тематическая структура совместных публикаций стран БРИКС в Scopus за 2011 – 2015 гг.

Направления исследований	Структура совместных публикаций												
	Бразилия		Россия		Индия		Китай		ЮАР		Совместные публикации стран БРИКС	Страны БРИКС в целом	Мир в целом
	Со всеми странами	Со странами БРИКС	Со всеми странами	Со странами БРИКС	Со всеми странами	Со странами БРИКС	Со всеми странами	Со странами БРИКС	Со всеми странами	Со странами БРИКС			
Бизнес, менеджмент и бухгалтерский учёт	1,2%	0,9%	0,5%	0,3%	1,5%	1,0%	1,7%	1,0%	1,9%	1,0%	1,0%	1,3%	2,2%
Биохимия, генетика и молекулярная биология	14,5%	10,5%	9,9%	8,0%	14,2%	12,0%	15,8%	11,3%	12,7%	11,3%	10,6%	11,2%	12,0%
Ветеринария	1,8%	0,7%	0,1%	0,1%	0,5%	0,5%	0,3%	0,5%	1,8%	0,3%	0,9%	0,8%	0,8%
Гуманитарные науки	1,2%	0,5%	1,0%	0,3%	0,7%	0,6%	0,8%	0,7%	3,8%	0,7%	0,8%	1,0%	3,7%
Иммунология и микробиология	5,1%	3,7%	2,2%	1,7%	3,5%	3,2%	3,0%	3,0%	6,1%	3,0%	5,0%	2,4%	2,8%
Компьютерные науки	9,6%	4,7%	6,3%	3,3%	11,4%	6,3%	16,7%	6,2%	4,9%	6,2%	4,4%	14,3%	12,4%
Математика	7,6%	6,9%	9,9%	6,6%	8,4%	7,2%	9,5%	8,4%	5,8%	8,4%	6,6%	7,7%	6,9%
Материаловедение	7,9%	7,3%	18,5%	11,5%	16,6%	12,8%	15,1%	10,9%	5,8%	10,9%	8,5%	14,4%	10,3%
Медицина и здравоохранение	31,2%	24,1%	11,3%	10,3%	22,1%	21,5%	20,0%	17,1%	33,0%	17,1%	22,0%	17,4%	28,1%
Междисциплинарные исследования	0,9%	1,5%	1,1%	1,3%	1,2%	1,3%	1,7%	1,8%	1,1%	1,7%	1,5%	1,3%	1,0%
Науки о здоровье	1,6%	0,7%	0,3%	0,2%	0,5%	0,4%	0,5%	0,4%	1,1%	0,5%	0,6%	0,5%	1,1%
Науки о Земле и других планетах	6,1%	8,0%	11,0%	12,3%	5,9%	9,1%	6,9%	9,2%	10,2%	6,9%	13,1%	5,5%	4,4%
Науки о принятии решений	1,2%	0,4%	0,6%	0,3%	1,1%	0,6%	1,5%	0,7%	0,6%	1,5%	0,7%	0,9%	1,0%
Науки об охране окружающей среды	6,4%	3,9%	3,4%	2,6%	6,1%	5,6%	6,5%	5,2%	7,8%	6,5%	5,9%	5,2%	5,0%
Нейронаука	3,3%	1,6%	1,2%	0,6%	1,3%	0,9%	2,2%	1,3%	1,5%	1,3%	1,1%	1,3%	2,4%
Общественные науки	3,6%	2,1%	2,1%	1,0%	3,1%	2,2%	3,1%	1,9%	9,5%	3,1%	3,0%	3,3%	7,5%

Направления исследований	Структура совместных публикаций															
	Мир в целом		Страны БРИКС в целом		Совместные публикации стран БРИКС		Бразилия		Россия		Индия		Китай		ЮАР	
							Со всеми странами	Со странами БРИКС								
Психология		2,2%	0,5%	0,7%	1,6%	1,1%	17,2%	9,2%	0,6%	0,5%	0,7%	0,6%	0,9%	0,7%	2,6%	1,0%
Сельскохозяйственные и биологические науки	*	7,9%	8,1%	10,5%	17,2%	9,2%	7,5%	7,6%	7,5%	8,7%	9,0%	9,5%	10,9%	19,7%	14,2%	
Сестринское дело		1,5%	0,5%	0,5%	1,3%	0,7%	0,1%	0,1%	0,7%	0,7%	0,8%	0,5%	0,5%	1,3%	0,9%	
Стоматология	*	0,5%	0,5%	0,5%	2,3%	1,1%	0,0%	0,0%	0,4%	0,4%	0,2%	0,3%	0,6%	0,1%	0,4%	
Технические науки	*	21,3%	31,3%	13,4%	12,5%	10,4%	15,3%	12,8%	17,5%	12,8%	12,8%	25,4%	14,5%	8,6%	12,5%	
Фармакология, токсикология и фармацевтика	*	3,3%	4,2%	2,6%	3,4%	2,5%	1,6%	1,0%	5,3%	3,3%	2,9%	2,3%	2,3%	3,2%	3,0%	
Физика и астрономия	*	12,3%	15,7%	35,8%	16,4%	42,6%	45,0%	55,9%	22,0%	33,8%	16,9%	36,2%	13,9%	26,5%		
Химические технологии		4,5%	6,2%	4,1%	3,6%	2,0%	3,7%	2,5%	7,4%	5,2%	6,5%	3,7%	3,1%	4,7%		
Химия	*	8,9%	12,4%	11,3%	7,6%	5,0%	13,1%	9,0%	17,4%	12,8%	13,0%	10,6%	8,1%	10,5%		
Экономика, эконометрика и финансы		1,5%	0,7%	0,6%	0,8%	0,5%	0,6%	0,2%	1,1%	0,7%	1,2%	0,7%	1,7%	0,8%		
Энергетика	*	3,3%	4,4%	2,7%	2,4%	1,7%	2,9%	2,2%	3,1%	2,4%	4,1%	2,9%	2,0%	2,6%		

Примечание. В таблице приведены удельные веса публикаций по отдельным направлениям исследований в их общем числе. Сумма удельных весов по всем 27 направлениям превышает 100%, так как одна публикация может относиться одновременно к нескольким направлениям.

Источник: расчеты авторов по материалам базы данных научного цитирования Scopus. В анализ включены следующие типы документов: статья (article), обзор (review), доклад на конференции (conference paper). Данные обновлены в сентябре 2016 г.

Удельный вес данного направления в структуре совместных публикаций стран БРИКС за 2011–2015 гг. составляет 35,8%. Во всех возможных парах стран БРИКС данное направление является крупнейшим, а во многих – доминирующим направлениям научного сотрудничества. Наиболее сильно значимость направления «Физика и астрономия» прослеживается в структуре сотрудничества России со странами БРИКС – 55,9%. В структуре совместных публикаций России и Бразилии удельный вес данного направления составляет 75,6%, а для совместных публикаций России и Индии – 72,3%.

Другое важное направление сотрудничества стран БРИКС – это «Медицина», на которое приходится 18,9% совместных публикаций стран БРИКС за 2011–2015 гг. Наибольшая значимость данного направления отмечается в совместных публикациях Бразилии и ЮАР (33,1%), а наименьшее – в совместных публикациях России и Китая (8,3%). Значимость направления «Медицина» в структуре совместных с другими странами БРИКС в России (10,3%) намного ниже, чем для других стран БРИКС – 17,1% для Китая, 21,5% для Индии и 24,1% для Бразилии.

Тематическая структура научного сотрудничества России со странами БРИКС соответствует как общей тематике российских публикаций в Scopus, так и структуре российских публикаций в международном сотрудничестве. Для остальных стран БРИКС (в первую очередь для Бразилии и Китая) наблюдаются несоответствия между тематической структурой сотрудничества с другими странами БРИКС, а также общей структурой публикаций страны и структурой публикаций в международном сотрудничестве.

В результате проведенного анализа были выделены 15 направлений науки и технологий в странах БРИКС с наибольшими относительными долями или индексами специализации (в табл. 6 и 7 они отмечены знаком*). Эти направления являются одними из наиболее приоритетных для научного сотрудничества, поскольку у стран БРИКС в них имеются определенные заделы.

По ряду из этих направлений (в первую очередь – физика и астрономия, а также в меньшей степени медицина и здравоохранение и в ряде случаев – технические науки) страны БРИКС ведут достаточно активную коллаборацию, по другим (биохимия, генетика и молекулярная биология, материаловедение, сельскохозяйственные и биологические науки) – в меньшей степени, хотя при этом активно сотрудничают с другими зарубежными странами.

Сопоставление отобранных на данном этапе направлений с теми, которые обозначены в стратегических документах стран БРИКС (табл. 2), позволило сформировать перечень приоритетов научно-технологического сотрудничества стран БРИКС.

Приоритеты научно-технологического сотрудничества стран БРИКС

Таким образом, по результатам анализа стратегических документов стран БРИКС и оценки их научно-технологического потенциала к числу приоритетов научно-технологического сотрудничества стран БРИКС были отнесены 14 направлений:

- информационно-коммуникационные технологии;
- нанотехнологии и материалы нового поколения;
- передовые производственные технологии и робототехника;
- космические системы и астрономические наблюдения;
- транспортные системы;
- энергоэффективность и энергосбережение;
- ядерная энергетика;

- возобновляемые источники энергии;
- поиск, разведка, разработка и добыча полезных ископаемых;
- изменение климата, защита окружающей среды и борьба со стихийными бедствиями;
- водные ресурсы и их использование;
- продовольственная безопасность и устойчивое сельское хозяйство;
- здравоохранение и медицина;
- биотехнологии.

Указанные направления принадлежат к числу приоритетов для всех или практически всех стран БРИКС, о чем свидетельствуют материалы национальных стратегических документов (стратегии, стратегические планы, пятилетние планы, инициативы, миссии и др.). Эти направления присутствуют также в большинстве двусторонних и многосторонних документов, заключенных между странами БРИКС. Они имеют большой диапазон практических приложений и создают возможность для реализации конкурентных преимуществ (территория, имеющиеся ресурсы, научно-технологический потенциал и др.). В рамках данной системы приоритетов речь может идти о широкой взаимодополняемости, способствующей преодолению существующих научно-технологических проблем и ограничений путем более тесного обмена и сотрудничества стран-участниц, использования их передового опыта.

Более того, для большинства этих направлений страны БРИКС обладают значительным научно-технологическим потенциалом, о чем свидетельствуют индексы научной специализации и показатели цитируемости, рассчитанные на основе информации базы данных Scopus. Все расчеты проводились на основе следующей переходной таблицы от направлений исследований (subject areas) и тематических областей (subject categories) Scopus к 14 приоритетным направлениям (см. переходную таблицу приложения 2).

Количество публикаций, индексы специализации и показатели цитируемости для сводного перечня национальных научно-технологических направлений приведены в табл. 9.

Для одного из этих направлений перечня («Поиск, разведка, разработка и добыча полезных ископаемых») у четырех стран БРИКС ИНС превышает единицу, еще для семи направлений у трех стран он больше единицы, а для двух направлений – у двух стран.

Лишь для трех направлений («Транспортные системы», «Здравоохранение и медицина» и «Биотехнологии») только у одной страны БРИКС ИНС превышает единицу, а для остальных стран – ИНС меньше единицы. Вместе с тем они были отнесены к приоритетным направлениям, поскольку очень важны для всех стран БРИКС, что находит отражение в соответствующих национальных и международных стратегических документах стран группы.

Показатели цитирования для отобранных важнейших направлений, как правило, меньше средних общемировых значений. Только для двух направлений («Энергоэффективность и энергосбережение» и «Возобновляемые источники энергии») у четырех стран БРИКС показатели цитирования превышают общемировые значения, еще для двух направлений у трех или двух стран они больше единицы, а для остальных направлений они либо превышают единицу у одной страны, либо все ниже средних общемировых значений.

Для большинства отобранных направлений у ученых из стран БРИКС наблюдается значительная публикационная активность, однако их уровень цитируемости относительно невысок. При этом для ЮАР и Китая характерны наиболее высокие показатели цитирования мировым научным сообществом.

Анализ показателей ИНС и цитирования позволил дать оценки возможностей развития взаимного сотрудничества стран БРИКС при реализации научно-технологических приоритетов.

У всех стран БРИКС имеются направления, по которым Россия может организовать сотрудничество на паритетной основе либо выступать в роли «лидера» или «догоняющей» страны. Так, в России активно ведутся исследования в области энергоэффективности и энергосбережения, однако цитируемость соответствующих публикаций ниже по сравнению с публикациями четырех других стран БРИКС. Россия может значительно увеличить качество и востребованность публикаций в соответствующей сфере, наладив более тесное сотрудничество со странами БРИКС. Для повышения результативности российских исследований и разработок прежде всего целесообразно развивать сотрудничество с Китаем в качестве основного партнера. Позитивных эффектов можно достичь и от кооперации с Индией, Бразилией и по отдельным областям с ЮАР.

К настоящему времени проведен отбор приоритетов верхнего уровня (14 направлений). В дальнейшем эти направления будут детализированы на уровне около 70 важнейших тематических областей (в среднем по пять тематических областей на одно направление). Для направления «Информационно-коммуникационные технологии», например, в качестве таких тематических областей предлагается рассматривать:

- высокопроизводительные вычислительные архитектуры и системы;
- технологии и коммуникационные инфраструктуры высокоскоростной передачи данных;
- технологии анализа и обработки данных, искусственного интеллекта;
- технологии человеко-машинного взаимодействия, нейро- и когнитивные технологии;
- технологии создания интеллектуальных систем управления и умных инфраструктур, технологии межмашинного взаимодействия и Интернета вещей;
- технологии новой элементной базы, электронных устройств, квантовые технологии;
- технологии информационной безопасности.

Информация о важности и потенциале для реализации данных тематических областей будет собрана в результате проведения опроса экспертов во всех странах БРИКС.

Аналогичные тематические области будут определены и для других приоритетных направлений. При выборе их формулировок будут максимально использоваться соответствующие тематические направления (области) из национальных и международных стратегических документов стран БРИКС.

В зависимости от уровня готовности большинства технологий соответствующих тематических областей для обеспечения их реализации могут выбираться те или иные инструменты научно-технологической и инновационной политики.

Приоритеты могут быть также структурированы в разрезе заинтересованных участников их реализации в соответствии с уровнем готовности технологий, например, кооперация между научно-исследовательскими организациями и вузами для разработки технологий, требующая поддержки государства; государственно-частное пар-

Таблица 9. Количество публикаций, индексы специализации и показатели цитируемости для сводного перечня национальных научно-технологических направлений стран БРИКС, 2011–2015 гг.

Приоритетные направления	Число публикаций страны в Scopus					Индекс научной специализации страны					Число направлений с ИНС > 1	Нормализованная по областям науки цитируемость публикации				
	Бразилия	Россия	Индия	Китай	ЮАР	Бразилия	Россия	Индия	Китай	ЮАР		Бразилия	Россия	Индия	Китай	ЮАР
	26 091	17 366	83 235	331 226	5 399	0,72	0,56	1,24	1,25	0,56		1	0,82	0,93	0,75	0,77
1. Информационно-коммуникационные технологии	18 163	44 339	65 799	335 146	4 711	0,61	1,77	1,20	1,55	0,60	2	0,84	0,65	0,97	1,05	0,91
2. Нанотехнологии и материалы нового поколения	24 937	33 356	76 608	417 316	5 520	0,69	1,00	1,05	1,69	0,55	3	0,89	0,68	0,97	0,86	1,27
3. Передовые производственные технологии и робототехника	3 075	7 334	5 771	38 976	1 795	0,64	1,91	0,66	1,29	1,35	3	0,98	0,72	0,99	0,71	1,35
4. Космические системы и астрономические наблюдения	1 022	395	3 004	18 763	214	0,49	0,25	0,76	1,43	0,44	2	0,86	1,03	0,87	0,77	0,92
5. Транспортные системы	4 243	7 721	9 155	66 191	1 254	0,74	2,11	0,95	1,66	1,08	3	1,22	0,34	1,05	1,02	1,30
6. Энергоэффективность и энергосбережение	858	2 678	2 604	15 375	230	0,53	1,95	0,87	1,30	0,54	2	0,99	0,65	1,15	0,99	1,42
7. Ядерная энергетика	2 007	836	7 405	26 125	894	0,70	0,34	1,39	1,24	1,17	1	1,22	1,10	0,97	1,86	1,19
8. Возобновляемые источники энергии	4 189	11 137	7 496	70 183	2 411	1,03	2,33	0,61	1,60	1,45	4	0,70	0,69	0,90	0,92	1,26
9. Поиск, разведка, разработка и добыча полезных ископаемых	18 462	10 524	33 668	120 599	6 191	1,16	0,73	0,73	0,88	1,73	2	1,09	0,87	0,87	1,19	1,24
10. Изменение климата, защита окружающей среды и борьба со стихийными бедствиями	7 222	5 708	9 856	36 244	2 432	1,27	1,34	0,94	0,87	1,48	3	0,75	0,59	0,71	0,92	1,30
11. Водные ресурсы и их использование	31 091	3 337	31 104	55 194	4 970	3,34	0,32	1,65	0,73	1,78	3	0,73	0,80	0,62	0,99	1,07
12. Продовольственная безопасность и устойчивое сельское хозяйство	87 882	22 636	108 790	321 297	20 375	1,27	0,49	0,54	0,41	0,92	1	0,86	0,66	0,82	0,87	1,45
13. Здравоохранение и медицина	18 634	12 313	42 775	138 343	3 930	0,88	0,83	1,39	0,98	0,80	1	0,87	0,71	0,76	1,04	1,10
14. Биотехнологии																

Источник: расчеты авторов по материалам базы данных научного цитирования Scopus. В анализ включены следующие типы документов: статья (article), обзор (review), доклад на конференции (conference paper). Данные обновлены в декабре 2016 г.

тнерство на доконкурентной стадии; участие бизнеса, включая малые инновационные предприятия, для создания опытных образцов и внедрения технологий и др.

Общие приоритеты научно-технологического развития создают основу для взаимовыгодного сотрудничества, в рамках которого ученые разных стран могут расширять диапазон исследований, углублять научно-технологическое сотрудничество и обмениваться опытом.

Перечень приоритетов научно-технологического сотрудничества стран БРИКС может быть использован при подготовке проектов межгосударственных соглашений со странами БРИКС, связанных с проведением НИОКР, планов (дорожных карт) развития научно-технологического сотрудничества и реализации других его инструментов, а также Рамочной программы БРИКС по научно-технологическому и инновационному сотрудничеству. На основе оценки потенциала стран БРИКС в реализации тематических приоритетов могут объявляться конкурсы на реализацию совместных научно-исследовательских проектов и проектов по поиску инновационных технологий, развитию научно-технологического предпринимательства, внедрению разработок с высоким потенциалом для коммерциализации.

На основе полученных результатов в дальнейшем может быть создана информационная база для различных участников национальной инновационной системы, которая позволит им оперативно формировать тематику для научно-технологического сотрудничества со странами БРИКС, находить партнеров, включая научно-исследовательские организации, вузы, предприятия различных секторов экономики, определять наиболее эффективные инструменты кооперации.

Заключение

Как свидетельствует практика России и других стран БРИКС, выбор приоритетов в сфере науки и технологий рассматривается в контексте выработки долгосрочной стратегии их устойчивого развития и направлен на решение ключевых социально-экономических задач национального и глобального уровня.

Результаты проведенного анализа позволили выявить перечень перспективных направлений и областей науки и технологий, по которым страны БРИКС могут быть заинтересованы в сотрудничестве с Россией для более эффективной реализации национальных приоритетов. Сходство приоритетов научно-технологического и инновационного развития в странах БРИКС и России является одним из важнейших факторов, способствующих установлению между ними устойчивого долговременного партнерства.

Более того, практика сотрудничества последних лет свидетельствует о его расширении в рамках именно тех проектов, которые сфокусированы на приоритетных тематических областях и от результатов которых можно ожидать значительных социально-экономических эффектов. Взаимодействие стран БРИКС будет наиболее эффективным, если будет включать все этапы инновационного цикла — от получения новых фундаментальных знаний до их использования при создании новых технологий, продуктов и услуг и выхода последних на рынок. Это предполагает возможность распределения указанных этапов между странами БРИКС с учетом не только их научных приоритетов, но и производственных возможностей.

Выступая на мировой арене в качестве единой группы, страны БРИКС могут стать одним из мировых центров современного научно-технологического и инновационного развития.

Литература

- Соколов А.В., Чулок А.А. (2012) Долгосрочный прогноз научно-технологического развития России на период до 2030 года: ключевые особенности и первые результаты // Форсайт. Т. 6. № 1. С. 12–25.
- Шашнов С.А., Позняк А.Ю. (2011) Научно-технологические приоритеты для модернизации российской экономики // Форсайт. Т. 2. № 2. С. 48–56.
- BILAT-USA (2010) Analysis of S&T Priorities in Public Research in Europe and the USA. Режим доступа: http://archive.euussciencetechnology.eu/uploads/docs/M3_PrioritySetting_EUUS_final20122010.pdf (дата обращения: 20.10.2017).
- Cagnin C. (2014) STI Foresight in Brazil // Foresight-Russia. Vol. 8 (2). P. 46–55. Режим доступа: <https://foresight-journal.hse.ru/data/2014/07/10/1311939302/4-Cagnin.pdf> (дата обращения: 20.10.2017).
- Chan L., Daim T. (2012) Exploring the Impact of Technology Foresight Studies on Innovation: Case of BRIC Countries // Futures. No. 44 (6). P. 618–630.
- Choi M., Choi H. (2015) Foresight for Science and Technology Priority Setting in Korea // Foresight and STI Governance. No. 9 (3). P. 54–65.
- European Forum on Forward Looking Activities (2015) How to Design a European Foresight Process that Contributes to a European Challenge Driven R&I Strategy Process, European Forum on Forward Looking Activities // Policy Brief. No. 2.
- Gassler H., Polt W., Schindler J., Weber M., Mahroum S., Kubeczko K., Keenan M. (2004) Priorities in Science and Technology Policy – An International Comparison. Project Report. Vienna/Seibersdorf: Institut für Technologie-und Regional politik.
- Gavigan J.P., Scapolo F., Keenan M., Miles I., Farhi F., Lecoq D., Capriati M., Bartolomeo T. (eds) (2001) A Practical Guide to Regional Foresight in the United Kingdom. Режим доступа: <http://foresight.jrc.ec.europa.eu/documents/eur20128en.pdf> (дата обращения: 20.10.2017).
- Gokhberg L., Sokolov A. (2017) Technology Foresight in Russia in Historical Evolutionary Perspective // Technological Forecasting and Social Change. No. 119. P. 256–267.
- Gokhberg L., Meissner D., Sokolov A. (eds) (2016) Deploying Foresight for Policy and Strategy Makers: Creating Opportunities Through Public Policies and Corporate Strategies in Science, Technology and Innovation. Springer.
- Grebenyuk A., Pikalova A., Sokolov A., Shashnov S., Kaivo-oja J. (2016) Priority Setting in the EU Countries and the Russian Federation: The Best Practices. National Research University Higher School of Economics.
- Johnston R, Sripaipan C. (2008) Foresight in Industrialising Asia // The Handbook of Technology Foresight / L. Georghiou, J. Cassingena Harper, M. Keenan, I. Miles, R. Popper (eds). Cheltenham: Edward Elgar.
- Kahn M. (2015) Prospects for Cooperation in Science, Technology and Innovation among the BRICS Members // International Organisations Research Journal. Vol. 10. No. 2. P. 140–159. DOI: 10.17323/1996-7845-2015-02-140.
- Kotsemir M., Shashnov S. (2017) Measuring, Analysis and Visualization of Research Capacity of University at the Level of Departments and Staff Members // Scientometrics. No. 112 (3). P. 1659–1689.
- Kotsemir M., Kuznetsova T., Nasybulina E., Pikalova A. (2015) Identifying Directions for Russia's Science and Technology Cooperation // Foresight and STI Governance. No. 9 (4). P. 54–72.
- Kuwahara T., Cuhls K., Georghiou L. (2008) Foresight in Japan // The Handbook of Technology Foresight. P. 170–183.
- Li L. (2009) Research Priorities and Priority-setting in China // Vinnova Analysis. Режим доступа: <https://www.vinnova.se/contentassets/44b342da5cdd4c4082b51c391d4ee423/va-09-21.pdf> (дата обращения: 20.10.2017).
- Meissner D., Gokhberg L., Sokolov A. (eds) (2013) Science, Technology and Innovation Policy for the Future: Potentials and Limits of Foresight Studies. Springer Science & Business Media.
- OECD (2010) Priority Setting for Public Research: Challenges and Opportunities. Paris: OECD Publishing.

OECD (2012) Meeting Global Challenges through Better Governance. International Co-operation in Science, Technology and Innovation. Paris: OECD Publishing.

OECD (2014) OECD Science, Technology and Industry Outlook 2014. Paris: OECD Publishing.

Pouris A., Raphasha P. (2015) Priorities Setting with Foresight in South Africa // Foresight and STI Governance. No. 9 (3). P. 66–79.

Shashnov S., Kotsemir M. (2015) Measuring the Research Capacity of a University: Use of Web of Science and Scopus. 2nd International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts SGEM2015. Conference Proceedings Vol. II. Book 1: Psychology and Psychiatry, Sociology and Healthcare, Education. Sofia: STEF92 Technology Ltd. P. 621–628.

Sokolov A., Chulok A. (2016) Priorities for Future Innovation: Russian S&T Foresight 2030 // Futures. No. 80 (June). P. 17–32.

Voynilov N., Gorodnikova L., Gokhberg et al. (2017) Science and Technology Indicators: 2017: Data Book. Moscow: National Research University Higher School of Economics.

Приложение 1

Перечень стратегических документов научно-технической политики стран БРИКС, использованных в анализе

Бразилия

National Plan on Climate Change. Government of Brazil, 2008.

Plano Nacional de Saúde – 2012–2015. Ministério da Saúde, 2011.

Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016–2019. Brasília, МСТІ, 2016.

Россия

Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации. Утверждена Указом Президента Российской Федерации 1 декабря 2016 г. № 642.

Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года. Утвержден Председателем Правительства Российской Федерации № ДМ-П8-5 от 3 января 2014 г.

Государственная программа Российской Федерации «Развитие науки и технологий» на 2013–2020 годы. Утверждена Постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. № 301.

Федеральная целевая программа «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы». Утверждена Постановлением Правительства Российской Федерации от 21 мая 2013 г. № 426.

Перечни Приоритетных направлений науки, технологий и техники в Российской Федерации. Утверждены Указом Президента Российской Федерации от 7 июля 2011 г. № 899.

Перечни критических технологий Российской Федерации. Утверждены Указом Президента Российской Федерации от 07 июля 2011 № 899.

Прогноз научно-технологического развития России: 2030 / под ред. Л.М. Гохберга. М.: Министерство образования и науки Российской Федерации; Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2014.

Национальная технологическая инициатива. Агентство стратегических инициатив, 2016.

Индия

Information and Communication Technology. Department of Science and Technology, 2007. Research & Development and Innovation Strategy, South Africa.

National Action Plan on Climate Change, India. Ministry of Environment, Forest and Climate Change, 2008.

National Energy Efficiency Strategy of the Republic of South Africa. Department of minerals and energy, 2009.

National Water Mission. Government of India, Ministry of Water Resources, River Development and Ganga Rejuvenation, 2010.

National Mission for Sustainable Agriculture. India, Ministry of Agriculture and Farmers Welfare, 2010.

Twelfth Five Year Plan (2012–17). Government of India, 2012.

Science, Technology and Innovation Policy. New Delhi, Government of India, 2013.

Atal Innovaton Mission, India. Government of India, National Institution for Transforming India, 2016.

National Water Resource Strategy, South Africa. Department of Water Affairs, 2013.

Strategic Plan for the Department of Agriculture, Forestry and Fisheries 2015/16 to 2019/20. South Africa, Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, 2015.

Make in India. India, Department of Industrial Research and Promotion, 2015.

National Biotechnology Development Strategy 2015–2020. India, Department of Science and Technology, 2015.

Vision for 2030. Ministry of Earth Sciences, 2016.

Китай

Implementation of the “National Medium and Long Term Science and Technology Development Plan (2006–2020)” a number of supporting policies, China. Ministry of Science and Technology, 2006.

Innovation 2050: Science and Technology and China’s Future “Chinese Academy of Sciences Strategic Research Series released”. Chinese Academy of Sciences, 2009.

Decision of the State Council on Accelerating the Cultivation and Development of Strategic Emerging Industries, China. State Council, CPC Central Committee, 2010.

Energy Development Strategy Action Plan (2014–2020). China, State Council, CPC Central Committee, 2014.

Silk Road Economic Zone, China, Kazakhstan. National Development and Reform Commission, 2015.

The 13th five-year plan for economic and social development of the People’s Republic of China (2016–2020). China, State Council, CPC Central Committee, 2016.

National Innovation-Driven Development Strategy Outline “Three-step to build the world’s science and technology innovation in 2050”. Science and Technology Department of the People’s Republic of China, 2016.

Healthy China 2030 Plan. China, State Council, CPC Central Committee, 2016.

ЮАР

The Ten-Year Innovation Plan for South Africa 2008–2018. South Africa, Department of Science and Technology, 2008.

The New Growth Path. South Africa Government, 2010.

Our Future-make it work. National Development Plan 2030. National Planning Commission. Republic of South Africa, 2011.

South African research infrastructure roadmap: First Edition. Department of Science and Technology, 2016.

Общие документы стран БРИКС

Московская декларация министров науки, технологий и инноваций стран БРИКС от 28 октября 2015 г.

Рабочий план по науке, технологиям и инновациям стран БРИКС на 2015–2018 гг., 2015 г.

First BRICS Science, Technology and Innovation Ministerial Meeting (2014) Cape Town Declaration. 10 February 2014. Cape Town, South Africa.

BRICS Science, Technology and Innovation Ministerial Meeting (2015) Memorandum of Understanding on Cooperation in Science, Technology and Innovation between the Governments of The Federative Republic of Brazil, The Russia Federation, The republic of India. The People’s Republic of China and The Republic of South Africa. Brasilia. 18 March 2015, Brazil, 2015.

BRICS STI Framework Programme Coordinated call for BRICS multilateral projects – Pilot call.

BRICS STI Framework Programme Coordinated call for BRICS multilateral projects.

Приложение 2

Переходная таблица от направлений исследований (subject areas) и тематических областей (subject categories) Scopus к 14 приоритетным направлениям

Приоритетные направления	Направления исследований (subject areas) и тематические области (subject categories) Scopus
1. Информационно-коммуникационные технологии	Все тематические области направления “Computer Science”
2. Нанотехнологии и материалы нового поколения	Все тематические области направления “Material Science”
3. Передовые производственные технологии и робототехника	Тематические области “Control and Systems Engineering”; “Electrical and Electronic Engineering”; “Industrial and Manufacturing Engineering”; “Mechanical Engineering”; “Mechanics of Materials”
4. Космические системы и астрономические наблюдения	Тематические области “Space and Planetary Science”; “Aerospace Engineering”
5. Транспортные системы	Тематические области “Automotive Engineering”; “Transportation”
6. Энергоэффективность и энергосбережение	Тематические области “Energy Engineering and Power Technology”; “Fuel Technology”
7. Ядерная энергетика	Тематические области “Nuclear Energy and Engineering”
8. Возобновляемые источники энергии	Тематические области “Renewable Energy, Sustainability and the Environment”
9. Поиск, разведка, разработка и добыча полезных ископаемых	Тематические области “Economic Geology”; “Geochemistry and Petrology”; “Geology”; “Geophysics”; “Geotechnical Engineering and Engineering Geology”
10. Изменение климата, защита окружающей среды и борьба со стихийными бедствиями	Тематические области “Ecological Modelling”; “Ecology”; “Environmental Engineering”; “Global and Planetary Change”; “Management, Monitoring, Policy and Law”; “Nature and Landscape Conservation”; “Pollution”; “Atmospheric Science”; “Earth-Surface Processes”
11. Водные ресурсы и их использование	Тематические области “Aquatic Science”; “Oceanography”; “Ocean Engineering”; “Water Science and Technology”
12. Продовольственная безопасность и устойчивое сельское хозяйство	Тематические области “Agronomy and Crop Science”; “Food Science”; “Plant Science”; “Veterinary”
13. Здравоохранение и медицина	Направления “Medicine” и “Health Professions”
14. Биотехнологии	Тематические области “Biochemistry”; “Biophysics”; “Biotechnology”; “Cell Biology”; “Molecular Biology”; “Molecular Medicine”; “Structural Biology”; “Applied Microbiology and Biotechnology”

Поскольку в классификаторе областей направлений (областей) науки базы данных Scopus нет точного соответствия выделенным 14 приоритетным направлениям, была разработана переходная таблица для формирования необходимой базы для расчетов. В этой базе каждое приоритетное направление рассматривалось как совокупность отраженных в таблице направлений (областей), входящих в Scopus. С ее помощью производились расчеты необходимых показателей для приоритетных направлений.

Identification of Priorities for S&T Cooperation of BRICS Countries⁵

A. Sokolov, S. Shashnov, M. Kotsemir, A. Grebenyuk

Alexander Sokolov – PhD, Deputy Director, Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge, National Research University Higher School of Economics (HSE); 20 Myasnitskaya, 101000 Moscow, Russian Federation; E-mail: sokolov@hse.ru.

Sergey Shashnov – PhD, Department Head, Department for Strategic Foresight, Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge, HSE; 20 Myasnitskaya, 101000 Moscow, Russian Federation; E-mail: shashnov@hse.ru.

Maxim Kotsemir – Junior Research Fellow, Quantitative Modelling Unit, Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge, HSE, 20 Myasnitskaya, 101000 Moscow, Russian Federation; E-mail: mkotsemir@hse.ru.

Anna Grebenyuk – Deputy Head, Department for Strategic Foresight, Institute for Statistical Studies and Economics of Knowledge, HSE; 20 Myasnitskaya, 101000 Moscow, Russian Federation; E-mail: grebenyuk@hse.ru.

This article presents a methodology for the selection of priorities for science and technology (S&T) cooperation among the BRICS countries of Brazil, Russia, India, China and South Africa based on an analysis of international and national strategic documents of BRICS countries and a bibliometric analysis of joint publications by researchers from BRICS countries indexed in the Scopus database. The national S&T priorities for countries are systemized and a comparative assessment of capacities for S&T development in BRICS countries is developed.

Indicators of publication activity of all BRICS countries have significantly increased since 2000. Analysis shows that Russia must pay particular attention to the development of cooperation with China, which is already one of the leaders on the global S&T stage. Cooperation with India, Brazil and, in some research areas, with South Africa could also have a positive impact on the performance of research and development in Russia.

A list of 14 thematic priorities for S&T cooperation for BRICS countries is presented in the paper based on the analysis of a set of national, bilateral and multilateral strategic and forward-looking documents. Priorities of S&T development create a basis for more efficient and mutually beneficial cooperation between BRICS countries and allows individual scientists to broaden the range of research, use new tools for S&T cooperation and share best practices.

Key words: science and technology cooperation; international partnership; priorities for STI cooperation; bibliometric analysis; BRICS

For citation: Sokolov A., Shashnov S., Kotsemir M., Grebenyuk A. (2017) Identification of Priorities for S&T Cooperation of BRICS Countries. *International Organisations Research Journal*, vol. 12, no 4, pp. 00–00 (in Russian and English). DOI: 10.17323/1996-7845-2017-04-??

References

BILAT-USA (2010) *Analysis of S&T Priorities in Public Research in Europe and the USA*. Available at: http://archive.euussciencetechnology.eu/uploads/docs/M3_PrioritySetting_EUUS_final20122010.pdf (accessed 20 October 2017).

Cagnin C. (2014) STI Foresight in Brazil. *Foresight-Russia*, 8 (2), pp. 46–55. Available at: <https://foresight-journal.hse.ru/data/2014/07/10/1311939302/4-Cagnin.pdf> (accessed 20 October 2017).

Chan L., Daim T. (2012) Exploring the Impact of Technology Foresight Studies on Innovation: Case of BRIC Countries. *Futures*, no 44 (6), pp. 618–630.

Choi M., Choi H. (2015) Foresight for Science and Technology Priority Setting in Korea. *Foresight and STI Governance*, no 9 (3), pp. 54–65.

⁵ The research leading to these results has received funding from the Ministry of Education and Science of the Russian Federation (project ID: RFMEFI60117X0014).

- European Forum on Forward Looking Activities (2015) How to Design a European Foresight Process that Contributes to a European Challenge Driven R&I Strategy Process, European Forum on Forward Looking Activities. *Policy Brief*, no 2.
- Gassler H., Polt W., Schindler J., Weber M., Mahroum S., Kubezko K., Keenan M. (2004) *Priorities in Science and Technology Policy – An International Comparison. Project Report*. Vienna/Seibersdorf: Institut für Technologie-und Regional politik.
- Gavigan J.P., Scapolo F., Keenan M., Miles I., Farhi F., Lecoq D., Capriati M., Bartolomeo T. (eds) (2001) *A Practical Guide to Regional Foresight in the United Kingdom*. Available at: <http://foresight.jrc.ec.europa.eu/documents/eur20128en.pdf> (accessed 20 October 2017).
- Gokhberg L., Sokolov A. (2017) Technology Foresight in Russia in Historical Evolutionary Perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, no 119, pp. 256–267.
- Gokhberg L., Meissner D., Sokolov A. (eds) (2016) *Deploying Foresight for Policy and Strategy Makers: Creating Opportunities Through Public Policies and Corporate Strategies in Science, Technology and Innovation*. Springer.
- Grebenyuk A., Pikalova A., Sokolov A., Shashnov S., Kaivo-oja J. (2016) *Priority Setting in the EU Countries and the Russian Federation: The Best Practices*. National Research University Higher School of Economics.
- Johnston R., Sripaipan C. (2008) *Foresight in Industrialising Asia/ The Handbook of Technology Foresight* / eds. L. Georghiou, J. Cassingena Harper, M. Keenan, I. Miles, R. Popper). Cheltenham: Edward Elgar.
- Kahn M. (2015) Prospects for Cooperation in Science, Technology and Innovation among the BRICS Members. *International Organisations Research Journal*, vol. 10, no 2, pp. 140–159. DOI: 10.17323/1996-7845-2015-02-140.
- Kotsemir M., Shashnov S. (2017) Measuring, Analysis and Visualization of Research Capacity of University at the Level of Departments and Staff Members. *Scientometrics*, no 112 (3), pp. 1659–1689.
- Kotsemir M., Kuznetsova T., Nasybulina E., Pikalova A. (2015) Identifying Directions for Russia's Science and Technology Cooperation. *Foresight and STI Governance*, no 9 (4), pp. 54–72.
- Kuwahara T., Cuhls K., Georghiou L. (2008) Foresight in Japan. *The Handbook of Technology Foresight*, pp. 170–183.
- Li L. (2009) Research Priorities and Priority-setting in China. *Vinnova Analysis*. Available at: <https://www.vinnova.se/contentassets/44b342da5cdd4c4082b51c391d4ee423/va-09-21.pdf> (accessed 20 October 2017).
- Meissner D., Gokhberg L., Sokolov A. (eds) (2013) *Science, Technology and Innovation Policy for the Future: Potentials and Limits of Foresight Studies*. Springer Science & Business Media.
- OECD (2010) *Priority Setting for Public Research: Challenges and Opportunities*. Paris: OECD Publishing.
- OECD (2012) *Meeting Global Challenges through Better Governance*. International Co-operation in Science, Technology and Innovation. Paris: OECD Publishing.
- OECD (2014) *OECD Science, Technology and Industry Outlook 2014*. Paris: OECD Publishing.
- Pouris A., Raphasha P. (2015) Priorities Setting with Foresight in South Africa. *Foresight and STI Governance*, no 9 (3), pp. 66–79.
- Shashnov S., Poznyak A. (2011) Nauchno-tekhnologicheskie priority dlya modernizatsii rossiyskoy ekonomiki [S&T Priorities for Modernization of Russian Economy]. *Foresight-Russia*, no 5 (2), pp. 48–56. (In Russian.)
- Shashnov S., Kotsemir M. (2015) Measuring the Research Capacity of a University: Use of Web of Science and Scopus. *2nd International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences and Arts SGEM2015. Conference Proceedings, vol. II. Book 1: Psychology and Psychiatry, Sociology and Helathcare, Education*. Sofia: STEF92 Technology Ltd., pp. 621–628.
- Sokolov A., Chulok A. (2012) Dolgosrochnyy prognoz nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya Rossii na period do 2030 goda: klyuchevye osobennosti i pervye rezul'taty [Russian Science and Technology Foresight – 2030: Key Features and First Results]. *Foresight-Russia*, no 6 (1), pp. 12–25. (In Russian.)
- Sokolov A., Chulok A. (2016) Priorities for Future Innovation: Russian S&T Foresight 2030. *Futures*, no 80 (June), pp. 17–32.
- Voynilov N., Gorodnikova L. Gokhberg et al. (2017) *Science and Technology Indicators: 2017: Data Book*. Moscow: National Research University Higher School of Economics.