Исследование сравнительной эффективности национальной инновационной системы и качества экономического роста на примере сравнительного анализа стран ОЭСР и БРИКС

Матризаев Б.Д.¹

¹ Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ:

В статье рассматриваются теоретико-методологические подходы и обзор сравнительной эффективности национальной инновационной системы и качества экономического роста: на примере сравнительного анализа стран ОЭСР и БРИКС. Проведен анализ относительной эффективности национальных инновационных систем (НИС) в Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) и странах БРИКС (Бразилия, Российская Федерация, Индия, Китай и Южная Африка) и их влияния на долгосрочные темпы экономического роста. Наш анализ рассматривает причинно-следственные связи между двумя блоками переменных, а также направлением и интенсивностью причинно-следственных связей. В статье охарактеризована эволюция инновационной политики стран ОЭСР и БРИКС, с учетом самых актуальных изменений в научно-технологической динамике и экономической системе в течение 2007–2017 гг. В рамках настоящего исследования с использованием методологии анализа «охвата данных» (Data Envelopment Analysis, DEA) мы оцениваем индекс относительной эффективности национальной инновационной системы (НИС-ИОЭ) в странах ОЭСР и БРИКС. Эмпирическая оценка включает в себя альтернативные способы интерпретации инновационной политики стран ОЭСР и БРИКС и краткое рассмотрение результатов моделирования по каждой из исследуемых целей НИС.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: инновационная политика, национальная инновационная система (НИС), эффективность, ОЭСР, БРИКС.

Study of the comparative efficiency of the national innovation system and the quality of economic growth: on the example of a comparative analysis of OECD and BRICS countries

Matrizaev B.D.¹

¹ The Financial University under the Government of the Russian Federation, Russia

Введение

Целью данного исследования является анализ относительной эффективности национальных инновационных систем (НИС) в Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) и странах БРИКС (Бразилия, Российская Федерация, Индия, Китай и Южная Африка) и её влияние на долгосрочные темпы экономического

роста. С этой целью мы сначала оценили относительную эффективность национальных инновационных систем, их основные цели и последующее её создание, распространение и использование, используя при этом модель анализа охвата данных. На основе этого мы проанализировали, как относительная эффективность НИС могла повлиять на экономический рост каждой страны.

Данное исследование базируется на двух основных направлениях теоретико-методологической школы. Первое – это исследователи, которые утверждают, что технологический прогресс является фундаментальным фактором в объяснении экономического роста. К сторонникам данного направления относятся, прежде всего, представители неоклассической школы – Й. Шумпетер [4, с. 11–18] (*Shumpeter, 2007*), Р. Солоу [3, с. 312–320] (*Solou, 1957*), и новой теории эндогенного роста – П. Ромер [35, с. 99–107]. Второе направление представлено исследователями, чьё внимание было сосредоточено на НИС. Это, прежде всего, К. Фриман [13, с. 74–88] (*Freeman, 1987*), Б. Лундвал [21, с. 56–72] (*Lundvall, 1992*), Р. Нельсон [25, с. 104–113] (*Nelson, 1993*) и др. Несмотря на свои теоретические различия, Й. Шумпетер, Р. Солоу и П. Ромер

ABSTRACT:

The article deals with theoretical and methodological approaches and a review of the comparative effectiveness of the national innovation system and the quality of economic growth: on the example of a comparative analysis of the OECD and BRICS countries. The analysis of the relative efficiency of national innovation systems (NIS) in the Organization for economic cooperation and development (OECD) and the BRICS (Brazil, Russian Federation, India, China and South Africa) and their impact on long-term economic growth is conducted. Our analysis examines the cause-effect relationships between the two blocks of variables as well as the direction and intensity of cause-effect relationships. The article describes the evolution of innovation policy of the OECD and BRICS countries, taking into account the most relevant changes in scientific and technological dynamics and the economic system during 2007–2017. In the framework of this study, using the methodology of analysis of “data coverage” (Data Envelope Analysis, DEA), we evaluate the index of relative efficiency of the national innovation system (NIS-IOE) in the OECD and BRICS countries. The empirical assessment includes alternative ways of interpreting the innovation policies of OECD and BRICS countries and briefly considers the results of modeling for each of the NIS objectives under study.

KEYWORDS: innovation policy, national innovation system, efficiency, OECD, BRICS.

JEL Classification: O31, O32, O33

Received: 01.08.2019 / **Published:** 30.09.2019

© Author(s) / Publication: PRIMEC Publishers

For correspondence: Matrizhev B. D. (matrizhev@mail.ru)

CITATION:

Matrizhev B.D. [2019] Issledovanie sravnitel'noy effektivnosti natsionalnoy innovatsionnoy sistemy i kachestva ekonomicheskogo rosta: na primere sravnitel'nogo analiza stran OESR i BRIKS [Study of the comparative efficiency of the national innovation system and the quality of economic growth: on the example of a comparative analysis of OECD and BRICS countries]. *Voprosy innovatsionnoy ekonomiki*. 9. (3). – 673–692. doi: 10.18334/vinec.9.3.40880

признают ключевую роль инноваций или технического прогресса в экономическом росте. Источниками инноваций являются человеческий капитал и НИОКР. Так, по мнению П. Ромера, различия в уровнях развития НИОКР (численность населения, занятого в НИОКР) и неравномерные показатели производительности в исследовательском секторе объясняют различия в доходах на душу населения в разных странах. Хотя П. Ромер в своем анализе считает патенты ключевым фактором развития НИОКР, тем не менее он не включает различные институциональные факторы, которые могут повлиять на решения стран по увеличению финансирования и качества НИОКР. Вместе с тем Р. Нельсон указывает на то, почему новая теория эндогенного роста не включает в свои модели некоторые институциональные переменные, в то время как все большее число авторов уже считают эти факторы необходимыми при анализе экономического роста. В этом смысле вторая группа теоретических исследователей указывает на то, что системный подход обеспечивает релевантные и дополнительные элементы для оценки успеха в формировании новых идей (инноваций) посредством совместных усилий различных институтов и агентов, чья деятельность и взаимодействие создают, модифицируют и распространяют новые технологии [13, с. 74–88] (*Freeman, 1987*), а также включает использование новых, экономически полезных знаний [21, с. 56–72] (*Lundvall, 1992*).

В нашем исследовании мы оцениваем индекс относительной эффективности национальной инновационной системы (НИС-ИОЭ) в странах ОЭСР и БРИКС с использованием методологии анализа «охвата данных» (*Data Envelopment Analysis, DEA*). Данная методология поможет оценить влияние этих показателей на долгосрочный экономический рост в этих странах. В отличие от большинства предыдущих исследований [33, с. 211–237; 34, с. 177–205] (*Ray, Subhash, 2004*) по данной теме, которые были сосредоточены на оценке эффективности системы в целом, цель нашего исследования состоит в том, чтобы внести свой вклад в измерение НИС-ИОЭ по конкретным целям, в дополнение к существующей оценке его глобальной эффективности. Мы сочли целесообразным, что измерение эффективности НИС-ИОЭ должно основываться на достижении каждой центральной цели НИС: создании, распространении и использовании новых знаний. Ключевые вопросы нашего исследования: действительно ли страны, демонстрирующие опережающий рост инвестиций в последние три цели НИС достигают относительно высоких показателей эффективности? Могут ли

ОБ АВТОРЕ:

Матризаев Бахадыр Джуманиязович, кандидат экономических наук, доцент департамента экономической теории (matrizaev@gmail.ru)

ЦИТИРОВАТЬ СТАТЬЮ:

Матризаев Б.Д. Исследование сравнительной эффективности национальной инновационной системы и качества экономического роста на примере сравнительного анализа стран ОЭСР и БРИКС // Вопросы инновационной экономики. – 2019. – Том 9. – № 3. – С. 673–692. doi: [10.18334/inec.9.3.40880](https://doi.org/10.18334/inec.9.3.40880)

страны, достигшие высоких показателей эффективности в одной или двух целях НИС, быть менее эффективными в остальных показателях? И каким образом достижение вышеупомянутых показателей эффективности НИС влияет на долгосрочный экономический рост?

Обзор теоретико-методологических подходов и прикладных исследований сравнительной эффективности национальной инновационной системы и качества экономического роста

Национальная инновационная система как целостный теоретический подход предоставляет набор теоретических инструментариев для анализа всех компонентов, которые в свою очередь, объединяясь, делают инновации возможными. Этот целостный подход предполагает, что фирмы объединяют свои усилия с другими акторами в институциональной структуре для создания, распространения и использования технологических знаний [10, с. 88–99; 38, с. 215–237] (*Weel, Soete, Verspagen, 2010*). Институты и акторы в целом являются ключевыми участниками инновационных процессов, и их значение различается в зависимости от того, разработали ли страны институциональную основу, культурное наследие и меры для стимулирования инноваций. Хотя этот подход подчеркивает сугубо национальное измерение в пределах географических границ национального государства, сегодня международные институты взаимодействуют с национальными акторами, увеличивая свое влияние на национальную научно-техническую и инновационную политику. В контексте процессов глобализации, роста международных торговых соглашений или расширения зоны международного сотрудничества, как представляется, оказывают влияние на качества национальных инновационных систем некоторых стран либо в целом, либо в отдельных ее аспектах. Однако важно проанализировать именно национальные факторы и вместе с тем международные факторы, влияющие на эндогенные системные элементы, их свойства и связи с ключевыми целями НИС. Таковыми являются: прямые иностранные инвестиции (ПИИ), трансфер технологии (ТТ) и импорт информационно-коммуникационных технологий (ИКТ).

Как мы знаем, существуют различные подходы к анализу инновационной деятельности и национального инновационного потенциала. Для нашего исследования считаем необходимым проанализировать эффективность НИС на основе трех основных целей: создание, распространение и использование. При оценке эффективности НИС мы будем отталкиваться от приоритетности использования методологии анализа «охвата данных» (Data Envelopment Analysis, DEA) [34, с. 177–205] (*Ray, Subhash, 2004*).

Методология анализа «охвата данных» (DEA) является весьма полезным и доказавшим свое прикладное значение инструментом для оценки относительной эффективности набора единиц принятия решений. Методология использует различные входные данные (средства производства) для достижения производства товаров и услуг (выходные данные). Инструмент использует в качестве эталона наиболее эффективные

единицы принятия решений, которым присваивается индекс эффективности, равный единице, и оценивает относительную эффективность наименее эффективных единиц принятия решений, которые оцениваются между нулем и единицей. Мы оцениваем относительную эффективность НИС с помощью DEA, используя показатели науки и техники (НИОКР), которые могут быть количественными или качественными, а также могут использоваться в качестве входных или выходных данных. Согласно некоторым исследователям [34, с. 177–205] (*Ray, Subhash, 2004*), методология выбора показателей является мультидисциплинарным решением, основанным на двух основных идеях. Во-первых, инновации – это процесс, который в случае успеха может принести монопольную прибыль. Во-вторых, как правило, статистика подтверждает эффективность каждого этапа инновационного процесса. Отдельные показатели могут быть частичными, не измеряющими инновации в целом, они часто являются косвенными, поскольку инновации иногда неосвязаемы. Но есть также показатели, предназначенные для получения статистических данных об инновациях, такие как, в частности, расходы на НИОКР и патенты.

Существует ряд исследований, посвященных сравнительной эффективности НИС методом анализа «охвата данных» (DEA), и они используют расходы на НИОКР в качестве входных данных [34, с. 177–205] (*Ray, Subhash, 2004*) – делают различие между государственными и частными расходами на НИОКР, или капитальные запасы НИОКР. Все эти авторы учитывают человеческий капитал в качестве входной переменной при одновременном наличии ряда других переменных. В качестве выходных переменных авторы обычно используют патенты, выданные различными ведомствами, а также статьи в научно-технических журналах. Авторы также используют другие различные выходные переменные, такие как роялти и лицензионные; экспорт высоких технологий и производительность труда, особенно в сфере ИКТ или экспорт средне- и высокотехнологичных товаров в% от общего объема экспорта продукции; занятость в наукоемком производстве (производственные услуги) в% от общей занятости; экспорт наукоемких услуг в% от общего объема экспорта услуг.

Исследования относительной эффективности НИС с использованием методологии DEA обычно включают различное число стран, большинство из которых являются развитыми и развивающимися экономиками. Так, например, М. Коцемир [19, с. 143–167] (*Kotsemir, 2013*) указывает на то, что целесообразно использовать выборку из более чем сорока стран, включая развитые, развивающиеся и страны с переходной экономикой. Поэтому в своем исследовании мы предельно близко старались следовать этой рекомендации. Мы изучили национальные инновационные системы тридцати девяти стран ОЭСР и БРИКС, оценив относительные показатели эффективности по одной из каждой трёх целей НИС: создание, распространение и использование и по одному для общей системы.

Как только что было отмечено, мы оценили относительные показатели эффективности каждой из следующих целей НИС для стран ОЭСР и БРИКС: создание, рас-

пространение и использование. В модели DEA наиболее эффективные НИС получили индекс эффективности со значением единица, а относительно менее эффективные НИС – со значением от нуля до единицы. Напомним, эта методология основана на ряде основных предположений, упомянутых в работе Р. Раманатана [33, с. 211–237], из которых мы упомянем только два. Во-первых, НИС при сравнении друг с другом работают равномерно: они получают одни и те же входы и производят одни и те же выходы, хотя и в разных количествах. Концепция относительной эффективности означает, что если эффективная НИС способна производить x единиц продукции с y единицами ввода, то другая НИС также должна быть способна к аналогичному действию, если она работает эффективно. Во-вторых, эффективность каждого НИС измеряется индексом, полученным из суммы взвешенных выходов, деленной на сумму взвешенных входов. Этот индекс – число между нулем и единицей. Точки эффективности обеспечивают направления и цели для улучшения неэффективных НИС.

В глобальной же системе эффективность НИС по первой из трёх целей – создание, может иметь значение 1 с наилучшей относительной эффективностью и лидерством в области инноваций; по второй цели – распространение, могут иметь значение 1, при условии, что фирмы хорошо абсорбируют новые технологические знания и являются относительно умеренными новаторами; и по третьей цели – использование, могут быть признаны в качестве относительного «догонятеля» инноваций. Хотя НИС, эффективная по первой цели, обладает человеческими ресурсами в научно-технической сфере и инфраструктурой, необходимыми для эффективного распространения (вторая цель) и использования технологических знаний, она может быть специализирована на создании (первая цель). Это связано с тем, что страны, которые создали научно-технический потенциал, ориентированные на создание, находят такую деятельность более предпочтительной. Возможно, что эти страны испытывают относительную отсталость в достижении других основных целей. Аналогичная ситуация может иметь место по эффективности НИС касательно распространения (вторая цель) и использования технологических знаний (третья цель), где страны могут не иметь технологического потенциала, необходимого для того, чтобы быть, к примеру, значительными создателями инноваций. Таким образом, как представляется, существует некоторое разделение видов деятельности с учетом взаимодействия конкуренции и сотрудничества между НИС в глобальной системе, между несколькими НИС, имеющими превосходную эффективность в создании (первая цель), и остальными НИС, имеющими превосходную эффективность в двух оставшихся целях (распространение и использование).

Теперь рассмотрим наиболее значимые аспекты моделей каждой из целей НИС.

Модель создания. Создание определяется как способность НИС генерировать новые знания или улучшать предыдущие знания [39, с. 323–345] (*Whitley, 2001*). Эта модель использует в качестве входных данных те переменные, которые связаны с усилиями стран по созданию технологического потенциала для получения новых

научно-технических знаний. Первая переменная связана с высокими человеческими компетенциями, задействованными в научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности (число специалистов, занятых в НИОКР на миллион жителей). Вторая переменная относится к расходам, необходимым для обеспечения возможности проведения научных исследований и разработок, включая доходы исследователей и материальный и нематериальный капитал, инвестированный в процентах от валового внутреннего продукта (расходы на НИОКР в процентах от ВВП). Третья переменная касается прямых иностранных инвестиций (ПИИ) и трансфера технологий (ТТ). Мы включили ПИИ, поскольку считаем их ключевым источником знаний для фирм, нуждающихся в доступе к передовым продуктам и разработкам в каждой стране. Показатели ПИИ и ТТ измеряют, в какой степени каждая переменная является ключевым источником новой технологии (где 1 = абсолютное отсутствие; 7 = присутствие в значительной степени). ПИИ способствуют передаче технологии и ноу-хау между странами. Они также дают возможность экономике-реципиенту более широко продвигать свою продукцию на международных рынках. ПИИ, помимо их позитивного воздействия на развитие международной торговли, являются важным источником капитала для целого ряда стран-реципиентов и стран-доноров [24, с. 215–234] (*Nasierowski, Arcelus, 2003*). В качестве выходных данных мы использовали две переменные. В первом случае учитываются технологические инновации, имеющие потенциал для использования в промышленных и коммерческих масштабах в качестве патентов, применяемых резидентами в ведомстве интеллектуальной собственности каждой страны, а также патентные заявки в трех основных мировых ведомствах (USPTO, ЕРО и JPO)¹, т.н. патентная триада мира. Оба показателя составляются путем деления числа патентов на миллион жителей в каждой стране. Вторая выходная переменная показывает результаты научных или кодифицированных научных открытий страны и составляется как количество научных статей на миллион жителей в каждой стране.

Модель распространения (диффузии). Диффузия рассматривается как способность НИС распространять инновации по каналам передачи, отличным от рынков. Для фирм такие инновации распространяются даже тогда, когда экономическое воздействие не ограничивается фирмами, а распространяется по всему обществу [39, с. 323–345] (*Whitley, 2001*). Для этой модели мы использовали в качестве входных переменных показатели, которые выражают уровень образования (грамотности), достигнутый населением каждой страны (индекс образования / грамотности), высокий уровень образования, связанного с НИОКР (специалисты НИОКР на миллион жителей), и изобретательский потенциал, достигнутый каждой страной (заявки на патенты резидентами). Что касается технологической инфраструктуры,

¹ USPTO – Патентный и торговый офис США, ЕРО – Европейский патентный офис, JPO – Патентный офис Японии.

то мы включили в нее качество общей инфраструктуры и инфраструктуры, полученной в технологическом секторе ИКТ (импорт товаров ИКТ в% от общего объема импорта товаров). И наконец, мы добавили переменную, которая показывает, каким образом два актора соединяются для создания новых или дополнительных технологических знаний (например, сотрудничество университета и сектора промышленности в области НИОКР). В качестве выходных переменных мы приняли во внимание переменные, которые показывают, с одной стороны, как страны приобрели новые технологии (доступ к новейшим технологиям, ПИИ и трансфер технологий), а с другой стороны, как различные акторы достигли определенного развития, признанного как потенциал приобретения компетенций фирмами (поглощение технологий на уровне фирм), качественная среда в тех институциональных звеньях, которые сосредоточены на проведении научных исследований (качество научно-исследовательских учреждений) и влиянии научного производства (цитаты в статьях на один миллион жителей), которое показывает значение актуальности научной продукции после ее распространения.

Модель использования. Инновационный процесс имеет своей целью использование в социально-экономической жизни общества и является отправной точкой, которая стимулирует её создание и распространение [39, с. 323–345] (*Whitley, 2001*). В модели использования мы использовали в качестве входных данных те переменные, которые показывают, во-первых, насколько институты эффективны в регулировании приобретения новых технологий; во-вторых, насколько страны обладают качеством общей инфраструктуры, необходимой для облегчения использования новых технологий; в-третьих, уровень подключения к интернету в секторе ИКТ (фиксированные широкополосные подписки на 100 жителей и% индивидуальных пользователей интернета). Данный показатель весьма важен с точки зрения «...не только для деловых целей, но и для доступа к знаниям» [5, с. 629–654] (*Archibugi, Cocco, 2004*). И наконец, мы включили в качестве входной переменной индекс размера местного рынка, чтобы измерить способность населения приобретать инновации. В качестве выходных переменных мы рассмотрели показатели, учитывающие улучшение человеческого и институционального потенциала после внедрения инноваций, а также институциональную эффективность и уровень (качество научно-исследовательских учреждений), благосостояние населения за счет увеличения доходов или улучшения условий жизни (ВВП на душу населения; индекс развития человеческого потенциала) и производительность труда, достигнутую каждой страной.

Общая модель. Для общей модели НИС мы включили в качестве входных данных две переменные, которые суммируют потенциал стран в НИС: число специалистов НИОКР на миллион жителей и расходы на НИОКР в процентах от ВВП. В качестве выходных данных мы учитывали переменные, которые показывают результаты инновационной деятельности и то, как фирмы приобрели технологические знания.

Эмпирический анализ сравнительной эффективности национальных инновационных систем

В силу ограниченности формата статьи, мы кратко рассмотрим результаты моделирования по каждой из описанных выше целей НИС: создание, распространение (диффузия) и использование.

Для начала рассмотрим модель создания НИС и переменные входа и выхода, выбранные для моделей создания НИС по странам ОЭСР и БРИКС за период 2007–2017 гг. Соответственно, мы показываем результаты индекса относительной эффективности (ИОЭ) по созданию НИС с использованием метода DEA. Что касается НИОКР среди стран ОЭСР и БРИКС, то США лидирует по расходам на НИОКР по сумме в долларах США (USD), за ним следует Китай (527,4 и 429,5 млрд долл. соответственно). За США и Китаем следуют Япония (173,3) и Германия (112,4) [14]. Когда эти расходы на НИОКР делятся на ВВП, мы можем определить, насколько интенсивны расходы на НИОКР, принимая во внимание размер каждой национальной экономики. В 2007 году средний показатель НИОКР / ВВП в тридцати девяти странах, охваченных нашим исследованием, составил 1,7%, при этом Соединенное Королевство находилось на медианной линии, шестнадцать стран выше и двадцать одна ниже этой линии. В 2017 году этот средний показатель вырос до 1,9% с аналогичным распределением и некоторыми изменениями в рейтинге стран и с Исландией на медианной линии. Следует отметить усилия, предпринятые Южной Кореей (с 3,0% в 2007 году до 4,29% в 2017 году) и Израилем (с более чем 4% в 2007 и 2017 годах). Интенсивность НИОКР также примечательна в Японии, Скандинавских странах, Швейцарии и Соединенных Штатах (с более чем 3% в 2007 и 2017 годах). С другой стороны, латиноамериканские страны продемонстрировали меньшие усилия по улучшению своего соотношения НИОКР / ВВП: Чили и Мексика (чуть более 0,3%, хотя Мексика увеличила свои усилия до 0,5% в 2017 году). Среди развивающихся стран некоторые из них совершили количественный скачок, приблизившись к 1% НИОКР / ВВП (Бразилия, Турция, Словакия, Индия и Греция). Особым случаем является Китай, который вырос с 1,38% в 2007 году до 2,05% в 2017 году (рис. 1).

Среднее число специалистов, занятых в НИОКР, на миллион жителей в исследуемых странах составило 3 277,82 в 2007 году и 3 546,97 в 2017 году. Среди стран с более чем средним процентом исследователей (от более чем 5 000 до 7 000 на миллион жителей) – Япония, Израиль, Скандинавские страны (Финляндия, Дания, Исландия, Норвегия и Швеция) и Люксембург. В Южной Корее этот показатель вырос на 3,7%, достигнув 5 928 исследователей на миллион жителей. Индия, Чили, Мексика и Южная Африка имеют наименьшее число специалистов в области НИОКР на миллион жителей (рис. 1).

Основываясь на сравнительных оценках индекса относительной эффективности (ИОЭ) НИС в рамках первой цели – создание, за период 2007–2017 гг. мы выделили

Рисунок 1. Индекс относительной эффективности НИС в модели создания в странах ОЭСР и БРИКС (2017 г.)

Источник: расчеты автора с использованием метода DEA.

существенные изменения. Чили, Индия, Италия, Япония, Южная Корея и Швейцария были эффективными в создании в 2007 году и поддерживали ИОЭ в пределах 1 в 2017 году. Китай присоединился к этой эффективной группе стран в 2017 году, когда он существенно увеличил свои инвестиции в области НИОКР (НИОКР / ВВП), научное производство и продемонстрировал заметный рост числа патентов. Люксембург и Южная Африка были выше медианы в 2007 году, но упали ниже медианы в 2017 году,

хотя и оставались близкими к ней. Греция, Нидерланды, Словения, Швеция, Турция и Новая Зеландия больше не были выше медианы в 2017 году, как это было в 2007 году, но все же они оставались близкими к медиане. Канада, Соединенные Штаты, Австрия, Скандинавские страны и Испания продемонстрировали улучшения в создании НИС. В Бельгии, Ирландии, Франции, Германии, Польше и Соединенном Королевстве индекс эффективности несколько снизился. Венгрия, Израиль, Мексика, Словакия, Чешская Республика, Эстония и особенно Российская Федерация имеют самые низкие показатели эффективности в индексе создания НИС. Существует ряд стран, которые не имеют большого числа патентов или научных статей, но активизировали усилия в некоторых областях, имеющих важные результаты в своей деятельности, включая некоторые восточноевропейские страны, такие как Словения. Другие страны, такие как Китай и Индия, были относительно эффективны в увеличении производства даже тогда, когда их усилия в расчете на душу населения были очень низкими.

Что же касается ПИИ и трансфера технологий, то мы обнаружили, что средний индекс для исследуемых стран составил 5,1 в 2007 году и 4,8 в 2017 году. В целом мы можем отметить, что ни одна страна не достигла превосходных результатов, опираясь на ПИИ в качестве ключевого источника новых технологий, хотя ПИИ являются важным источником новых технологий для всех стран.

В модели создания мы также обнаружили, что основные технологические инновации сосредоточены в нескольких странах, а также значительный разрыв между странами в отношении патентных заявок резидентов на миллион жителей. Южная Корея и Япония выделяются наибольшим количеством патентов, поданных резидентами в их собственных странах. В целом же, несмотря на то, что лидерство Соединенных Штатов в области инноваций общепризнано, тем не менее, Соединенные Штаты по количеству патентных заявок среди своего населения опустили на пятую позицию в 2007 году (800) и затем поднялись на третью позицию в 2017 году (894,1). Китай же быстро продвинулся с 116 патентных заявок на миллион жителей в 2007 году до 587,2 патентных заявок на миллион жителей в 2017 году. Медиана патентных заявок резидентов на миллион жителей во всех странах, которые мы исследовали, в 2007 году составила 399,4, причем двенадцать стран выше и двадцать семь ниже медианы. Медиана патентных заявок резидентов на миллион жителей в этих странах составила 302,1 в 2017 году, причем шесть стран выше и двадцать восемь ниже медианы. Индия и Мексика находятся далеко от медианы и демонстрируют самые низкие относительные эндогенные возможности для технологических изобретений на миллион жителей.

Теперь рассмотрим модель диффузии НИС и переменные входа и выхода, выбранные для моделей диффузии (распространения) НИС по странам ОЭСР и БРИКС за период 2007–2017 гг. Результаты анализа показывают, что в 2007 году девятнадцать из тридцати девяти стран ОЭСР и БРИКС были относительно эффективными. Среди них были Соединенные Штаты, некоторые европейские страны, Япония, Бразилия, Чили, Индия и Мексика. Другие страны Европы и БРИКС опустили ниже среднего

Рисунок 2. Индекс относительной эффективности НИС в модели диффузии (распространения) в странах ОЭСР и БРИКС (2017 г.)

Источник: расчеты автора.

показателя 98,46. Несмотря на то, что в некоторых странах наблюдается дефицит человеческого и технологического потенциалов по сравнению со странами с признанным лидерством и соответственно различия по отдельным входным и выходным перемен-

ным, некоторые из них достигли относительной эффективности. В 2014 году тридцать одна из тридцати девяти стран ОЭСР и БРИКС была относительно эффективна в диффузии НИС, в то время как остальные шесть стран были ниже медианы (0,994) (рис. 2). Вероятная интерпретация заключается в том, что страны с более низким уровнем образования, специалистами в области НИОКР на миллион жителей, патентными заявками резидентов, качеством общей инфраструктуры, импортом товаров ИКТ в процентах от общего объема импорта товаров и сотрудничеством между университетами и промышленностью в области НИОКР имеют эффективную диффузию НИС. В той мере, в какой страны будут наращивать свои усилия и инвестиции в НИОКР, они будут повышать доступность новейших технологий, ПИИ и трансфер технологий, абсорбцию технологий на уровне фирм, качество научно-исследовательских учреждений и фактор эффективного воздействия научного производства.

И наконец, рассмотрим модель использования НИС и переменные входа и выхода, выбранные для моделей использования НИС по странам ОЭСР и БРИКС за период 2007–2017 гг. В 2007 и 2014 годах существовало большое число стран, включая промышленно развитые страны Восточной и Западной Европы, Северной Америки и некоторые страны БРИКС, с относительными показателями эффективности, равными единице, для целевого использования НИС (рис. 3). Если в 2007 году насчитывалось 22 относительно эффективных страны по использованию НИС, и остальные 17 стран были близки к тому, чтобы стать относительно эффективными, то в 2014 году 29 стран были относительно эффективными, а 10 – почти эффективными. Несмотря на значительные различия между странами в различных входных и выходных переменных, мы отметили, что даже при недостаточных усилиях по использованию новых технологий и недостаточных производных результатах, которые свидетельствуют о повышении человеческого, экономического и институционального потенциала, некоторым странам удалось добиться относительной эффективности использования НИС.

Общая модель. Наши оценки индекса относительной эффективности НИС по целям, используя методологию DEA, позволили нам выявить сильные и слабые стороны национальных инновационных систем в странах ОЭСР и БРИКС и, таким образом, определить меры по улучшению каждой из исследованных целей. Вполне ожидаемо, что НИС с высоким коэффициентом вводных переменных будет иметь наилучшие выходные результаты и высокий относительный рейтинг эффективности. Тем не менее страны со сравнительно меньшим объемом ресурсов, выделяемых на их инновационную систему, и меньшими сравнительными результатами в абсолютном выражении могут достичь относительной эффективности. За весь исследуемый период 2007–2017 гг. в рамках общей модели сложилась следующая тенденция. В 2007 году мы определили шесть стран как относительно эффективные в общей модели НИС: Швейцария, Южная Корея, Япония, Индия, Исландия и Чили. Средний показатель эффективности для всех НИС был относительно высокий с индексом 0,903. В 2017 году Великобритания, Швейцария, Южная Корея, ЮАР, Новая Зеландия, Люксембург,

Рисунок 3. Индекс относительной эффективности НИС в модели использования в странах ОЭСР и БРИКС (2017 г.)

Источник: расчеты автора.

Япония, Индия, Китай и Чили продемонстрировали повышение общей относительной эффективности НИС (рис. 4).

В целом, медианная относительная эффективность в 2017 году с индексом 0,897 была аналогична показанной на модели 2007 года (0,903). Соединенные Штаты являются признанным лидером в области инноваций, хотя некоторые другие промыш-

Рисунок 4. Индекс относительной эффективности НИС в общей модели в странах ОЭСР и БРИКС (2017 г.)

Источник: расчеты автора.

ленно развитые страны и страны БРИКС показали высокую относительную эффективность в общей модели НИС. Это может быть объяснено тем, что хотя некоторые страны значительно отстают от лидеров в области инноваций, они осуществили меры по повышению своей относительной эффективности НИС, в то же самое время они сталкиваются с серьезными проблемами для достижения эффективных результатов и пытаются догнать лидеров в абсолютном выражении.

Заключение

Как видно из исследования, мы обнаружили некоторые различия и сходства в усилиях стран ОЭСР и БРИКС по созданию, распространению и использованию НИС. Некоторые страны инвестировали больше средств в качестве входных переменных, которые в итоге имели превосходные выходные результаты. Однако лидеры инноваций и их основные «догонятели» не всегда достигают более высокой относительной эффективности в достижении основных целей НИС: создании, распространении и использовании. В создании мы видим в индексах относительной эффективности очевидные разрывы между странами. Лишь немногие страны являются лидерами в области технологических инноваций, хотя все больше стран получают хорошие коэффициенты в достижении новых научных результатов. Некоторые развивающиеся страны, такие как Чили и Индия в 2007 году и Чили, Китай и Индия в 2017 году, достигли самой высокой относительной эффективности в создании НИС, присоединившись к развитым странам, таким как Япония, Южная Корея и Швейцария, и не совсем известным лидерам, таким как Германия, Соединенные Штаты и другие европейские страны, в создании технологического и инновационного потенциала. Развитые экономики традиционно инвестируют значительные ресурсы в создание человеческого и институционального потенциала и физической инфраструктуры, поддерживающей процесс распространения инноваций.

Эти инвестиции являются причиной значительных разрывов между входными и выходными переменными развитых стран, БРИКС и восточноевропейского блока ОЭСР, включенных в модель DEA, которую мы использовали. Однако наш анализ показал небольшой разрыв в показателях относительной эффективности НИС в области распространения и использования среди развитых и менее развитых стран. Этот результат можно объяснить глобализацией механизмов распространения технологий и знаний. Разрывы общих индексов относительной эффективности между НИС исследуемых стран были своего рода синтезом индексов относительной эффективности частичных целей, соответствующих НИС.

Некоторые НИС были относительно эффективны в отношении одних целей, но неэффективны в отношении других. Несмотря на значительные разрывы в показателях относительной эффективности, мы обнаруживаем, что некоторые развивающиеся экономики (например, Индия, Китай и ЮАР) имеют относительную эффективность в своих НИС по некоторым целям, таким как распространение и использование, аналогично целям развитых стран. Страны Восточной Европы и БРИКС должны извлекать уроки из количественной и качественной, частной и государственной политики развитых стран не только для того, чтобы присоединиться к научно-техническим пионерам, но и для того, чтобы обеспечить экономический рост и прогресс в интересах благосостояния своего населения.

Эконометрические результаты, полученные нами в процессе данного исследования, позволили нам обнаружить некоторые примечательные тенденции. Во-первых,

переменная индекса эффективности в общей модели вела себя независимо от ее трех компонентов (индекс относительной эффективности моделей создания, распространения и использования), и это подтверждает наш тест на мультиколлинеарность среди этих переменных. Этот факт напоминает нам принцип Аристотеля: целое больше, чем сумма его частей. Во-вторых, показатели эффективности диффузионной модели отрицательно коррелируют с темпами экономического роста, особенно в странах с высокими темпами экономического роста. Мы считаем, что необходимо провести дополнительные исследования по этому результату, чтобы подтвердить или опровергнуть этот предварительный вывод. И наконец, в-третьих, коэффициент регрессии переменной индекса эффективности в модели использования был последовательно выше коэффициентов других переменных индекса эффективности. Этот результат свидетельствует о том, что улучшение этого показателя эффективности положительно повлияет на долгосрочные темпы экономического роста больше, чем аналогичные улучшения в любой другой переменной эффективности. Этот факт, несомненно, подчеркивает необходимость дальнейших исследований по этой теме.

ИСТОЧНИКИ:

1. Адам Смит Исследование о природе и причинах богатства народов. – Социум, ЛКИ, 2017. – 456 с.
2. Матризаев Б.Д. Макростратегии инновационного развития и глобальный экономический рост: Макроэкономический анализ, тренды, прогнозы. – М.: URSS, 2018. – 256 с.
3. Солоу Р.М. Техническое развитие и агрегированная производственная функция // The Rev. Econ. Stat. – 1957. – № 39. – С. 312–320.
4. Шумпетер Й.А. Теория экономического развития. – М.: «Эксмо», 2007. – С. 11–18.
5. Archibugi D. and Coco A., A New indicator of technological capabilities for developed and developing countries (ArCo) // World Development. – 2004. – № 32. – p. 629–654.
6. Cantner U. and S. Vannuccini., Elements of Schumpeterian catalytic research and innovation policy, presented at the International Schumpeter Society conference in Montreal, 2017 presented at the International Schumpeter Society conference in Montreal
7. Capdevielle M., and Natera, J.M. Innovation, absorptive capacity and growth heterogeneity: Development paths in Latin America 1970–2010. Structural Change and Economic Dynamics 37: 27–42, 2016
8. Castellacci F. and Natera J.M. The dynamics of national innovation systems: A panel cointegration analysis of the coevolution between innovative capability and absorptive capacity // Research Policy. – 2013. – № 42. – p. 579–594.
9. Cowan R. and Foray D. Evolutionary economics and the counterfactual threat: on the nature and role of counterfactual history as an empirical tool in economics // Journal of Evolutionary Economics. – 2002. – № 12. – p. 539–562.

10. Edquist C. (ed.). *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. London: Pinter Publishers/Cassell Academic, pp. 88–99, 1997
11. Fagerberg J. and Verspagen B., Innovation, growth and economic development: Have the conditions for catch-up changed? *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development* 1(1): 13–33, 2007
12. Fagerberg J. Technology and international differences in growth rates // *Journal of Economic Literature*. – 1994. – № 32. – p. 1147–1175.
13. Freeman C. *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. – London: Pinter Publishers, 1987. – 74–88 p.
14. *Global Innovation Index*. Soumitra Dutta, INSEAD Editor. 2018
15. Government innovation drive continues in Mexico. [Электронный ресурс]. URL: <https://oxfordbusinessgroup.com/overview/innovation-drive-government-efforts-improve-scientific-research-and-link-it-business-creation>.
16. Grupp H. and Schubert T. Review and new evidence on composite innovation indicators for evaluating national performance // *Research Policy*. – 2010. – № 39. – p. 67–78.
17. Innovation Policy Platform. [Электронный ресурс]. URL: <https://innovationpolicyplatform.org/system/files/sti-outlook-2014-mexico.pdf>.
18. Kim L. *Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea's Technological Learning*. – MA: Harvard Business Press, 1997.
19. Kotsemir M. Measuring National Innovation Systems efficiency – A review of DEA approach. Basic Research Program Working papers WP BRP 16/STI/2013 // National Research University Higher School of Economics. – 2013. – p. 143–167.
20. Lee H.-Y. and Park Y.-T. An international comparison of R&D efficiency: DEA approach // *Asian Journal of Technology Innovation*. – 2005. – № 13. – p. 207–222.
21. Lundvall B. A. *National Systems of Innovation towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. – London: Pinter Publishers, 1992. – 56–72 p.
22. Malerba F., Nelson R., Orsenigo L., and Winter S. *Innovation and the Evolution of Industries: History Friendly Models*. – UK: Cambridge University Press, 2016.
23. Mazzucato M. *The Entrepreneurial State*. – London: Anthem Press, 2013.
24. Nasierowski W. and Arcelus F.J. On the efficiency of National Innovation Systems // *Socio-Economic Planning Sciences an International Journal*. – 2003. – № 37. – p. 215–234.
25. Nelson R.R. *National Innovation Systems*. – NY: Oxford University Press, 1993. – 104–113 p.
26. *OECD Reviews of Innovation Policy*. OECD Ilibrary, 2010
27. OECD, *Benchmark Definition of Foreign Direct Investment*. [Электронный ресурс]. URL: www.OECD.org/daf/inv/investmentstatisticsandanalysis/40193734.pdf, 2008.
28. *OECD Reviews of Innovation Policy*. OECD Ilibrary, 2012
29. *OECD Reviews of Innovation Policy*. OECD Ilibrary, 2015
30. *OECD Reviews of Innovation Policy*. OECD Ilibrary, 2018

31. OECD, The Future of Productivity, OECD Publishing, Paris, 2015
32. OECD Economic Survey, 2018
33. Ramanathan, Ram, An Introduction to Data Envelopment Analysis. New Delhi: Sage Publications, pp. 211–237, 2009
34. Ray, Subhash C. Data Envelopment Analysis. Theory and Techniques for Economics and Operations Research. – Cambridge University Press, 2004. – 177–205 p.
35. Romer P., Endogenous technological change. J. Pol. Econ. 98 (5), 71–102. Royal Society, 1985. The Public Understanding of Science. Report of a Royal Society AdHoc Group Endorsed by the Council of the Royal Society (“Bodmer Report”). Royal Society, London.
- de Saille, S., 2015. Dis-inviting the unruly public. Sci. Cult. 24, 99–107, 1990
36. Schumpeter J.A., Capitalism, Socialism and Democracy, Routledge, London, 1942
37. Solow R.M. A contribution to the theory of economic growth // The Quarterly Journal of Economics. – 1956. – № 70. – p. 65–94.
38. Weel B., Soete L. and Verspagen B. Systems of Innovation, CPB Discussion Paper // CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis. – 2010. – p. 215–237.
39. Whitley R.D. National Innovation Systems. / International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences. – Amsterdam: Elsevier Science, 2001. – 323–345 p.

REFERENCES:

- Adam Smit (2017). *Issledovanie o prirode i prichinakh bogatstva narodov* [An inquiry into the nature and causes of the wealth of Nations] (in Russian).
- Archibugi D. and Coco A., (2004). *A New indicator of technological capabilities for developed and developing countries (ArCo) World Development*. (32). 629–654.
- Castellacci F. and Natera J. M. (2013). *The dynamics of national innovation systems: A panel cointegration analysis of the coevolution between innovative capability and absorptive capacity Research Policy*. (42). 579–594.
- Cowan R. and Foray D. (2002). *Evolutionary economics and the counterfactual threat: on the nature and role of counterfactual history as an empirical tool in economics Journal of Evolutionary Economics*. (12). 539–562.
- Fagerberg J. (1994). *Technology and international differences in growth rates Journal of Economic Literature*. (32). 1147–1175.
- Freeman C. (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*
- Government innovation drive continues in Mexico. Retrieved from <https://oxfordbusinessgroup.com/overview/innovation-drive-government-efforts-improve-scientific-research-and-link-it-business-creation>
- Grupp H. and Schubert T. (2010). *Review and new evidence on composite innovation indicators for evaluating national performance Research Policy*. (39). 67–78.
- Innovation Policy Platform. Retrieved from <https://innovationpolicyplatform.org/system/files/sti-outlook-2014-mexico.pdf>

- Kim L. (1997). *Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea's Technological Learning* Cambridge.
- Kotsemir M. (2013). *Measuring National Innovation Systems efficiency – A review of DEA approach*. Basic Research Program Working papers WP BRP 16/STI/2013 National Research University Higher School of Economics. 143–167.
- Lee H.-Y. and Park Y.-T. (2005). *An international comparison of R&D efficiency: DEA approach* *Asian Journal of Technology Innovation*. (13). 207–222.
- Lundvall B.A. (1992). *National Systems of Innovation towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*
- Malerba F., Nelson R., Orsenigo L., and Winter S. (2016). *Innovation and the Evolution of Industries: History Friendly Models* Cambridge.
- Matrizaev B.D. (2018). *Makrostrategii innovatsionnogo razvitiya i globalnyy ekonomicheskiy rost: Makroekonomicheskiy analiz, trendy, prognozy* [The macro strategy of innovative development and global economic growth: Macroeconomic analysis, trends, forecasts] (in Russian).
- Mazzucato M. (2013). *The Entrepreneurial State*
- Nasierowski W. and Arcelus F.J. (2003). *On the efficiency of National Innovation Systems Socio-Economic Planning Sciences an International Journal*. (37). 215–234.
- Nelson R.R. (1993). *National Innovation Systems*
- OECD, Benchmark Definition of Foreign Direct Investment. Retrieved from www.OECD.org/daf/inv/investmentstatisticsandanalysis/40193734.pdf, 2008
- Ray, Subhash C. (2004). *Data Envelopment Analysis. Theory and Techniques for Economics and Operations Research*
- Shumpeter Y.A. (2007). *Teoriya ekonomicheskogo razvitiya. M* [The theory of economic development.] (in Russian).
- Solou R.M. (1957). *Tekhnicheskoe razvitie i agregirovannaya proizvodstvennaya funktsiya* [Technical development and aggregate production function]. *The Rev. Econ. Stat.* (39). 312–320. (in Russian).
- Solow R.M. (1956). *A contribution to the theory of economic growth* *The Quarterly Journal of Economics*. (70). 65–94.
- Weel B., Soete L. and Verspagen B. (2010). *Systems of Innovation, CPB Discussion Paper CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis*. 215–237.
- Whitley R.D. (2001). *National Innovation Systems*