

УДК 338.001.36

Межстрановой анализ эффективности инновационной деятельности на основе метода оболочечного анализа данных среди государств с развитой и развивающейся экономиками, включая Республику Беларусь

Асп. И. В. Жуковский¹⁾, канд. экон. наук, доц. А. Б. Гедранович¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет (Минск, Республика Беларусь)

© Белорусский национальный технический университет, 2016
Belarusian National Technical University, 2016

Реферат. В статье исследуется вопрос оценки эффективности инновационной деятельности 63 стран мира с развитой и развивающейся экономиками с помощью метода оболочечного анализа данных. Для расчета показателя эффективности использовались следующие результаты инновационной деятельности: экспорт высокотехнологичных товаров в процентах от экспорта производственных товаров, экспорт услуг информационно-коммуникационных технологий в процентах от экспорта услуг и платежи, получаемые от реализации прав интеллектуальной собственности (в долларах США). В качестве показателей ресурсов для расчета показателя эффективности выбраны параметры наукоемкости ВВП, количество ученых, занятых в сфере НИОКР (на один миллион населения), и затраты на приобретение прав интеллектуальной собственности (в долларах США). Для анализа использовалась модель оболочечного анализа данных с переменным эффектом от масштаба, направленная на максимизацию полученных данных. В ходе оценки оказалось, что такие страны, как США, Израиль, Швеция и ряд других, имеют максимальную эффективность преобразования ресурсов в результаты инновационной деятельности. Из проведенного анализа следует, что у Республики Беларусь есть потенциал улучшения показателей результатов инновационной деятельности.

Ключевые слова: инновации, эффективность инновационной деятельности, метод оболочечного анализа данных

Для цитирования: Жуковский, И. В. Межстрановой анализ эффективности инновационной деятельности на основе метода оболочечного анализа данных среди государств с развитой и развивающейся экономиками, включая Республику Беларусь / И. В. Жуковский, А. Б. Гедранович // *Наука и техника*. 2016. Т. 15, № 2. С. 154–163

Inter-Country Efficiency Evaluation in Innovation Activity on the Basis of Method for Data Envelopment Analysis among Countries with Developed and Developing Economy, Including the Republic of Belarus

I. V. Zhukovski¹⁾, A. B. Gedranovich¹⁾

¹⁾Belarusian State University (Minsk, Republic of Belarus)

Abstract. The paper considers a problem on efficiency evaluation of innovation activity in 63 countries with developed and developing economies while using a method for data envelopment analysis. The following results of innovation activity have been used for calculation of an efficiency factor: export of high-technology products as percentage of industrial product export, export of ICT services as percentage of services export and payments obtained due to realization of intellectual property rights (in US dollars). A model of the data envelopment analysis with a changeable scale-dependent effect and which is directed on maximization of the obtained results (output-oriented VRS model) has been used for the analysis. The evaluation has shown that such countries as the USA, Israel, Sweden and some others have maximum efficiency of resource transformation into innovative activity output. The executed analysis has revealed that the Republic of Belarus has a potential for improvement of indices on innovation results.

Keywords: innovation, innovative activity efficiency, data envelopment analysis

For citation: Zhukovski I. V., Gedranovich A. B. (2016) Inter-Country Efficiency Evaluation in Innovation Activity on the Basis of Method for Data Envelopment Analysis among Countries with Developed and Developing Economy, Including the Republic of Belarus. *Science & Technique*. 15 (2), 154–163 (in Russian)

Адрес для переписки

Жуковский Игорь Владимирович
Белорусский государственный университет
ул. К. Маркса, 31,
220050, г. Минск, Республика Беларусь
Тел.: +375 17 327-25-21
6786544@gmail.com

Address for correspondence

Zhukovski Igor V.
Belarusian State University
31 Karl Marx str.,
220050, Minsk, Republic of Belarus
Tel.: +375 17 327-25-21
6786544@gmail.com

Введение

Процессы глобализации и усиления конкуренции как на внутренних, так и внешних рынках вынуждают предприятия, государства и ученых искать новые конкурентные преимущества. Ключевая роль в повышении конкурентоспособности предприятия, региона и в целом национальной экономики отводится научно-исследовательской деятельности, а также умелой трансформации результатов НИОКР в новые продукты, процессы производства, маркетинговые или организационные методы управления предприятиями. То есть во все то, что можно назвать инновацией.

Мировой экономический кризис и его последствия оказали существенное влияние на инвестиции в научно-исследовательскую деятельность. Даже страны с развитой рыночной экономикой, такие как Канада, Израиль, Швеция и Великобритания, были вынуждены сократить свои расходы в данной сфере. Кризис также оказал отрицательное влияние на скорость коммерциализации уже имеющихся результатов исследовательской деятельности в связи с возросшей неопределенностью бизнеса. Безусловно, сокращение или упорядочение расходов на исследование и разработки во время кризиса не должны повлиять на итоговый результат исследований или инноваций [1].

Хорошим примером эффективного использования инвестиций в НИОКР является компания Apple, которая за период с 2006 по 2010 г. потратила на научно-исследовательские работы 4,6 млрд дол. США, а объем выручки за этот период увеличился с 25 до 43 млрд дол. Компания Microsoft за эти же четыре года затратила на НИОКР на 700 % больше – 31 млрд дол. Кроме того, она совершала множественные поглощения других компаний. Cisco и Intel затратили на НИОКР на 400 % больше, чем Apple, – 19 и 23 млрд дол. соответственно. В то же время объем выручки у компаний Microsoft, Cisco и Intel показывал незначительный рост. Важно отметить тот факт, что за это время компания Apple разработала и выпустила на рынок свои революционные продукты iPhone и iPad [2].

Особая роль инноваций, инновационной и научно-исследовательской деятельности в экономике Беларуси подчеркивается политиками,

предпринимателями и учеными. В связи с этим еще в 2007 г. была утверждена Государственная программа инновационного развития Республики Беларусь на 2007–2010 гг. На данный момент подходит к концу уже вторая программа инновационного развития Беларуси. В то время как ведущие экономики мира стремятся достигнуть уровня наукоемкости ВВП в 3 %, который, по данным Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), является оптимальным для функционирования научной системы, наукоемкость ВВП Республики Беларусь в 2014 г. составила 0,5 %.

Научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки и впоследствии инновации являются ключевым элементом, влияющим на рост ВВП страны. Поэтому неэффективное использование имеющихся ресурсов ведет к тому, что дополнительные инвестиции в научно-исследовательскую деятельность не оказывают должного влияния на рост ВВП страны [3].

В связи с изложенными выше фактами на первый план выходит именно эффективность использования имеющихся ресурсов.

Цель работы – межстрановой анализ эффективности инновационной деятельности на основе метода оболочечного анализа данных (Data Envelopment Analysis – DEA). Задачи исследования:

- рассмотреть основные подходы к оценке эффективности инновационной деятельности;
- провести анализ эффективности инновационной деятельности с помощью метода DEA;
- на основе полученных данных оценить эффективность использования ресурсов в сфере инновационной деятельности.

Обзор литературы

Важность инноваций и технологических изменений вытекает из их способности повышать эффективность используемых ресурсов за счет увеличения спроса или снижения издержек. Большинство имеющихся на данный момент исследований рассматривают взаимосвязи между инновациями, НИОКР и экономическим ростом. В то же время только некоторые авторы пытаются оценить эффективность НИОКР и инновационной деятельности. На основе

имеющихся в литературе предметов исследований можно заключить, что научно-исследовательская деятельность ведет к улучшению производственных технологий и повышает производительность труда. Кроме того, повышает норму прибыли на уровне как предприятия, так и отрасли и экономики в целом. Солоу [4] рассматривает, как технологические изменения влияют на экономику страны. Положительное влияние инвестиций в научно-исследовательскую деятельность на производительность труда и норму прибыли подтверждается эмпирическими данными из различных отраслей экономики многих стран мира [5]. В других исследованиях подтверждается взаимосвязь между количеством выданных патентов, количеством научных сотрудников и объемом продаж новых продуктов [6].

Исследования по оценке эффективности научно-исследовательской и инновационной деятельности

Относительно небольшое количество авторов рассматривает проблему эффективности научно-исследовательской и инновационной деятельности. Например, Тэйтел в своей работе использует линейно-логарифмическую форму производственной функции и метод распознавания шаблонов для того, чтобы объяснить взаимосвязь между количеством выданных патентов (зависимая переменная) и общим количеством ученых и инженеров в стране, затратами на НИОКР, доходами на душу населения и количеством населения (независимые переменные). Данное исследование проводилось в 68 странах мира с 1976 по 1985 г. Автор делает вывод, что простая производственная функция не дает качественных результатов в силу мультиколлинеарности между независимыми переменными. В результате автор приходит к выводу, что рост затрат на НИОКР на 1 % ведет к 1%-му росту количества выдаваемых патентов [7].

В исследовании [8] авторы оценивали относительную эффективность научно-исследовательской деятельности 18 стран посредством метода DEA (использовалась модель с постоянным эффектом от масштаба). За результаты научно-исследовательской деятельности прини-

малось количество научных публикаций и выданных патентов. В качестве входных переменных использовались ВВП, количество занятого в экономике населения и затраты на НИОКР. В результате было выявлено, что из 18 стран наилучшие показатели эффективности имеют Швейцария и Великобритания.

Затем авторы расширили работу по оценке эффективности научно-исследовательской деятельности стран Западной Европы с развитой экономикой. В качестве входных параметров были использованы такие показатели, как количество экономически активного населения, ВВП и затраты на НИОКР. За результаты научно-исследовательской деятельности также принято количество научных публикаций и выданных патентов. После оценки эффективности стран Западной Европы в анализ были включены такие государства, как США, Канада, Австралия и Япония. Также авторы упоминают тот факт, что в научно-исследовательской деятельности есть существенный временной лаг между началом инвестиций и получением результата. В ходе исследования выявлено, что Швейцария имеет наилучший показатель эффективности преобразования ресурсов в результаты научно-исследовательской деятельности [9].

Среди последних исследований в данной сфере следует обратить внимание на работу Шарма и Томаса, в которой авторы оценивают относительную эффективность результатов научно-исследовательской деятельности 22 стран мира с развитой и переходными экономиками. Исследования проводились с помощью метода DEA. Авторы брали следующие входные переменные: затраты на НИОКР и количество ученых, в качестве результата использовалась переменная количества выданных патентов. Авторы применяли как модели с постоянным, так и с переменным эффектом от масштаба. В первом случае Япония, Южная Корея и Китай наилучшим образом использовали имеющиеся ресурсы, а при применении модели с переменным эффектом от масштаба наиболее эффективными были те же Япония, Южная Корея, Китай плюс Индия, Словения и Венгрия [10].

В исследовании [11] авторы оценивают относительную эффективность научно-исследовательской деятельности 30 стран мира. Для ана-

лиза использовался метод DEA. Как входные переменные были взяты затраты на научные исследования и разработки и экономически активное население, а в качестве результатов НИОКР использовались такие переменные, как количество публикаций и количество выданных патентов. Основным вывод, который делают авторы, заключается в том, что менее одной трети всех стран работают с ресурсами максимально эффективно, а остальные государства могут значительно повысить эффективность от используемых ресурсов.

Основная цель рассмотренных выше научных работ – оценка эффективности научно-исследовательской деятельности. В то же время судить об эффективности стран в инновационной деятельности по данным материалам достаточно сложно. Поэтому обратимся к некоторым примерам оценки эффективности инновационной деятельности.

В своей работе «Измерение инновационной активности» Олланедрс и Эссер используют метод DEA для оценки эффективности инновационной деятельности 27 стран Европейского союза. Авторы применяли показатели, которые берутся для составления ежегодного Индекса инновационного развития (European Innovation Scoreboard – EIS). В EIS входят 25 показателей инновационной активности. Они разделены на две основные группы: входные параметры и результаты инновационной деятельности. В свою очередь, входные параметры включают в себя три основные группы – инновационные драйверы, создание знаний, передачу и применение знаний. Кроме того, каждая группа включает еще пять индивидуальных показателей, две группы результатов инновационной деятельности (использование инноваций и интеллектуальная собственность), а также пять основных показателей. В результате проведения анализа с помощью метода DEA все страны были объединены в четыре группы в соответствии с эффективностью использования имеющихся ресурсов. Швеция, Дания, Германия, Финляндия, Великобритания и Швейцария – инновационные лидеры. Также были проведены исследования влияния временного лага на показатель эффективности. В результате авторы делают заключение, что временной лаг в 3–4 года не оказывает существенного влияния на по-

казатель эффективности использования ресурсов [12].

Следует обратить внимание на глобальный индекс инновационного развития (Global Innovation Index – GII), в который Республика Беларусь впервые была включена в 2012 г. и заняла 78-е место среди 141 страны (в 2015 г. – 53-е место среди 141 страны) [1]. Для построения интегрированного индекса все факторы разделяются на две группы: inputs – факторы, способствующие инновациям (ресурсы), и outputs – факторы, которые можно классифицировать как результаты инновационной деятельности. В факторы ресурсов входят институциональные характеристики, человеческий капитал, общая и информационная инфраструктура, совершенство рынка и совершенство деловых кругов. К результатам инновационной деятельности относят знания, конкурентоспособность и благосостояние. Данный метод учитывает более 100 показателей, что является его неоспоримым преимуществом. В то же время отсутствуют показатели, которые непосредственно отражали результаты инновационной деятельности, например объем инновационной продукции и экспорт новых технологий. В связи с этим можно заключить, что такой индекс оценивает не столько инновации и их результат, сколько инновационный потенциал страны [13].

Можно заключить, что на данный момент имеется широкий спектр исследований эффективности научно-исследовательской деятельности с помощью различных методов, в различные промежутки времени и для разных стран. Если говорить об оценке эффективности инновационной деятельности, то здесь наблюдается определенный пробел, хотя и были сделаны попытки оценки данного показателя. Хотелось бы отметить, что объектами исследований в большинстве работ были страны с развитой рыночной экономикой. Более того, Республика Беларусь попала только в один рейтинг – Глобальный индекс инновационного развития, который, как было выяснено выше, скорее оценивает потенциал инновационной системы, чем эффективность использования имеющихся ресурсов в данной сфере. Таким образом, критически важным является момент оценки эффективности инновацион-

ной деятельности Республики Беларусь в контексте межстранового сравнения.

Метод оболочечного анализа данных

Метод DEA – относительно новая методика, основанная на принципах линейного программирования, предназначенная для измерения технической эффективности производственных единиц (DMU – Decision Making Unit). В данном случае техническую эффективность производственной единицы можно сформулировать как взвешенное соотношение произведенных товаров и услуг (output) к использованным ресурсам (input). Исходя из этого возникает вопрос: как можно сравнить между собой различные производственные объекты (DMU) относительно их эффективности? Метод DEA дает возможность одновременно учитывать множественные входы и выходы, измеряя эффективность DMU как взвешенную сумму выходов по отношению к взвешенной сумме входов. Ограничением является условие, что эффективность исследуемого объекта не может превышать единицу [14].

Фаррел [15] в своей работе сформулировал основные принципы метода DEA и применил их для оценки эффективности сельского хозяйства США в сравнении с другими странами. Для этого он попытался измерить эффективность одной единицы конечной продукции на примере с одним входным фактором (input) и одним выходным параметром (output). Однако автору не удалось найти способ, как объединить различные входные и выходные параметры. В дальнейшем Чарнсом, Купером и Родесом [16] эта идея была переформулирована в проблему математического программирования. Сейчас существуют две наиболее популярные модели метода DEA – модель при постоянном эффекте от масштаба (Constant Return to Scale – CRS), разработанная Чарнсом, Купером и Родесом [16], и модель с переменным эффектом от масштаба (Variable Returns to Scale – VRS), которая разработана Банкером, Чарнсом и Купером [17]. При этом обе модели могут быть ориентированы на оценку как эффективности результатов деятельности (output-oriented), так и эффективности использования ресурсов (input-oriented):

- оценка эффективности, ориентированной на выпуск (output-oriented), происходит при максимизации значения выходных переменных. Например, для инновационных предприятий это могут быть показатели доходности, рентабельности инновационных проектов, объем отгруженной инновационной продукции и т. д.;

- при оценке эффективности, ориентированной на использование ресурсов или факторов производства (input-oriented), речь идет о минимизации значений переменных, характеризующих имеющиеся ресурсы и уровень издержек. В инновационном производстве – это количество исследователей и научных работников, процентные и непроцентные расходы, операционные расходы на обслуживание помещений, содержание персонала и т. п.

Остановимся подробнее на модели с переменным эффектом от масштаба (VRS), так как именно она будет использована в последующем анализе. В случае модели с постоянным эффектом масштаба выходной параметр изменяется пропорционально к входному фактору. При использовании модели с переменным эффектом от масштаба изменение входного фактора может привести к непропорциональному изменению выходного параметра, что в результате повлияет на значение эффективности. Если принимается переменная отдача масштаба, то большее количество предприятий может быть обозначено как эффективные.

Математическое представление переменного эффекта масштаба выглядит следующим образом:

$$e_0 = \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{j0} + u_0}{\sum_{i=1}^r v_i x_{i0}} \rightarrow \max!$$

где e_0 – значение эффективности исследуемого объекта; n – число единиц, которые сравниваются; r – то же входных факторов; s – то же выходных параметров; x_{i0} – выражение i -го входного фактора исследуемого объекта; y_{j0} – то же j -го выходного параметра исследуемого объекта; v_i – взвешивание входного фактора i с $i = 1, \dots, r$; u_j – то же выходного параметра j с $j = 1, \dots, s$.

При условии

$$\frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jm} + u_0}{\sum_{i=1}^r v_i x_{im}} \leq 1 \text{ получим, что } u_j, v_i \geq 0.$$

Здесь u_0 – эффект масштаба; x_{im} – выражение i -го входного фактора m -го объекта с $i = 1, \dots, r$ и $m = 1, \dots, n$; y_{jm} – то же выходного параметра m -го объекта с $i = 1, \dots, r$ и $m = 1, \dots, n$.

Если $u_0 < 0 \rightarrow$ убывающая отдача масштаба; если $u_0 > 0 \rightarrow$ возрастающая отдача масштаба; если $u_0 = 0 \rightarrow$ постоянная отдача масштаба.

С помощью VRS-моделей можно не только распознать возрастающий или снижающийся эффект масштаба для отдельных предприятий, но и произвести дифференциацию между технической эффективностью и эффективностью в зависимости от эффекта масштаба.

По результатам оболочечного анализа можно определить:

- эффективный фронт – это выпуклая оболочка, состоящая из наиболее эффективных производственных единиц (DMU);

- меру эффективности – расстояние от эффективного фронта до точки на плоскости; в случае, если точка расположена на выпуклой оболочке, эффективность равна единице;

- эффективную цель для организации – проекция точки на эффективный фронт.

Преимуществами оболочечного анализа данных DEA в сравнении с другими методами оценки эффективности функционирования производственных единиц являются:

- относительная простота применения, а также получение легко интерпретируемой визуализации данных;

- определение направления для улучшения эффективности работы производственной единицы;

- возможность одновременно учитывать множественные входные показатели и результаты деятельности;

- результаты, которые получаются при анализе, представляют собой агрегированную оценку уровня эффективности для каждой производственной единицы.

Однако метод имеет и ряд недостатков:

- «не распознает» случайные колебания, и все отклонения от максимума свидетельствуют о наличии неэффективности;

- для применения метода данные должны быть однородными и стандартизированными [18].

Описание эксперимента

Для исследования эффективности инновационной деятельности в данном исследовании используется выборка из 63 стран, включая Республику Беларусь. Количественные данные о входных параметрах и результатах инновационной деятельности для этих стран взяты с официального сайта Всемирного банка за 2011 г.

В научной литературе представлены различные варианты входных ресурсов, которые используются для анализа эффективности инновационной деятельности. Наиболее популярными среди данного множества показателей являются наукоемкость ВВП [12], количество ученых на один миллион населения [10, 11], а также затраты на использование прав на интеллектуальную собственность. Учитываются выходные параметры: высокотехнологичный экспорт, экспорт информационно-коммуникационных технологий и платежи, получаемые от реализации прав интеллектуальной собственности.

Таким образом, для анализа использовались следующие ресурсы:

- наукоемкость ВВП;

- количество научных работников, занятых в научно-исследовательской деятельности (на один миллион населения);

- затраты на роялти и лицензионные платежи, в дол. США.

В качестве результатов инновационной деятельности брались показатели:

- высокотехнологичный экспорт, в % от промышленного экспорта;

- экспорт информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), в % от экспорта услуг;

- платежи, получаемые от реализации прав интеллектуальной собственности, в дол. США.

Инновационная и научно-исследовательская деятельность характеризуется определенными временными лагами, так как рост инвестиций не ведет к немедленному росту результатов [19]. С другой стороны, эмпирические исследования Олландерса и Эссера [12] показывают, что временной лаг не оказывает существенного влия-

ния на показатели эффективности преобразования ресурсов в результаты инновационной деятельности. Также основные индексы, такие как EIS, GPI, не учитывают временной лаг.

Для анализа использовалась модель с переменным эффектом от масштаба, ориентированная на максимизацию результатов инновационной деятельности. Для оценки значимости переменных в модели DEA был проведен тест Пастора [20], который показал, что все входные переменные являются значимыми и не могут быть исключены из модели.

Результаты анализа

Результаты исследования приведены в табл. 1. Эффективный фронт, полученный на основе проведенного эксперимента, представлен на рис. 1. Можно отметить, что среди государств, которые имеют максимальный показатель эффективности, есть страны как с развитой, так и с развивающейся экономиками. Наивысшая эффективность преобразования ресурсов в результаты инновационной деятельности характеризуется величиной показателя эффективности, равной единице.

Таблица 1

Индивидуальные показатели эффективности инновационной деятельности 63 стран мира
Individual efficiency indices on innovative activity in 63 countries

№ п/п	Страна	Показатель эффективности	№ п/п	Страна	Показатель эффективности
1	Коста-Рика	1	33	Япония	1,5417
2	Кипр	1	34	Уругвай	1,6089
3	Египет	1	35	Венгрия	1,6134
4	Гватемала	1	36	Южная Корея	1,7016
5	Индия	1	37	Республика Чехия	1,7217
6	Ирландия	1	38	Эстония	1,7981
7	Израиль	1	39	Норвегия	1,8068
8	Казахстан	1	40	Колумбия	1,8747
9	Киргизия	1	41	Словакия	1,8827
10	Мадагаскар	1	42	Италия	1,8872
11	Мальта	1	43	Азербайджан	1,9063
12	Молдова	1	44	Россия	1,9590
13	Пакистан	1	45	Польша	1,9661
14	Швеция	1	46	Испания	2,0028
15	США	1	47	Австрия	2,0199
16	Сингапур	1,0004	48	Исландия	2,1036
17	Малайзия	1,0387	49	Латвия	2,2076
18	Мексика	1,0617	50	Болгария	2,2989
19	Румыния	1,1029	51	Словения	2,3605
20	Бразилия	1,1372	52	Португалия	2,5185
21	Сербия	1,1468	53	Беларусь	2,7054
22	Аргентина	1,1732	54	Дания	2,7064
23	Финляндия	1,2039	55	Австралия	2,8187
24	Китай	1,2362	56	Литва	2,8373
25	Нидерланды	1,3353	57	Украина	2,8498
26	Франция	1,3387	58	Люксембург	3,0055
27	Канада	1,3709	59	Новая Зеландия	3,3761
28	Турция	1,3969	60	Хорватия	3,9742
29	Германия	1,3997	61	Черногория	5,0386
30	Великобритания	1,4097	62	Греция	5,0773
31	Бельгия	1,5079	63	Грузия	6,8891
32	Швейцария	1,5386			

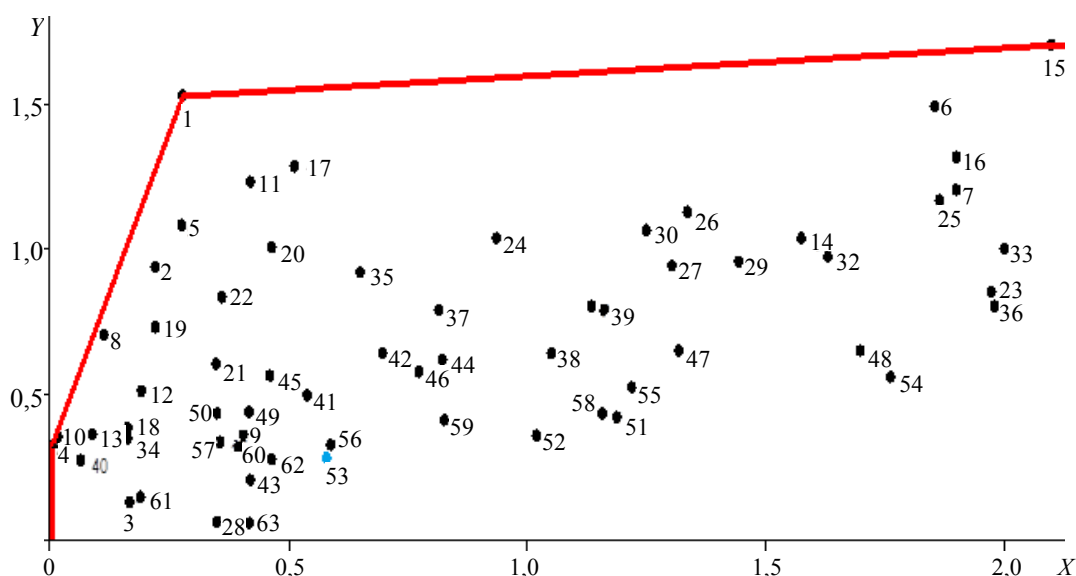


Рис. 1. График эффективного фронта (собственная разработка): X – взвешенные входные показатели; Y – взвешенные результаты инновационной деятельности
 Fig. 1. Diagram of efficient front: X – weighted input indices; Y – weighted results of innovative activity

Эффективный фронт представлен на графике кривой, на которой расположены точки 1 и 15 (Коста-Рика и США соответственно). Эффективный фронт состоит из стран, которые наиболее эффективно используют имеющиеся ресурсы.

На основе полученных результатов можно заключить, что преобразования ресурсов в результаты инновационной деятельности в Беларуси находятся на низком уровне. Это означает, что увеличение затрат на научно-исследовательскую деятельность в краткосрочном периоде не принесет должного результата без улучшения эффективности использования имеющихся ресурсов.

Следует обратить внимание как на государства с наилучшими показателями эффективности, среди которых США, Швеция, Израиль (с наиболее сильным научным и инновационным потенциалом в мире), так и страны, о которых сложно сказать, что они являются лидерами в области создания новых знаний и технологий, а также производства инновационной продукции (Гватемала, Мадагаскар, Молдова и др.). Более того, наукоемкость ВВП и затраты на образование в этих странах зачастую значительно ниже, чем в Республике Беларусь. Однако эффективное использование

ресурсов позволяет таким странам максимизировать результаты от инновационной деятельности.

ВЫВОДЫ

1. В ходе исследования на основе метода оболочечного анализа данных проведена оценка эффективности инновационной деятельности 63 стран с развитыми и развивающимися экономиками, включая Республику Беларусь. Отличительной чертой данной работы является включение в список анализируемых стран Республики Беларусь. Другое отличие заключается в том, что работа оценивает эффективность результатов инновационной, а не научно-технической деятельности.

2. Основываясь на полученных результатах, можно заключить, что есть страны – лидеры по эффективности трансформации ресурсов в результаты инновационной деятельности, такие как США, Сингапур, Швеция и др. В то же время если говорить о Республике Беларусь, то можно сделать вывод, что имеющиеся ресурсы используются недостаточно эффективно и увеличение затрат в этой сфере не принесет желаемого результата на данном этапе.

3. В дальнейших исследованиях для более полного и подробного анализа планируется

провести межстрановой анализ эффективности научно-исследовательской деятельности, а также анализ эффективности инновационной деятельности организаций по видам экономической деятельности в Республике Беларусь. Таким образом, данные исследования помогут найти уязвимые места в инновационной политике государства и наметить точки роста на будущую пятилетку.

ЛИТЕРАТУРА

1. The Global Innovation Index 2015: Effective Innovation Policies for Development / S. Dutta [et al.]; edited by S. Dutta. Fontainebleau, Ithaca, and Geneva: Cornell University, INSEAD, and WIPO: 2012. 419 p.
2. Cheney, S. Apple's Incredible Efficient Growth / S. Cheney // Business Insider [Electronic resource]. 2010. Mode of access: <http://www.businessinsider.com/apple-and-efficiently-growing-its-future-2010-5>. Date of access: 06.12.2015.
3. О состоянии и перспективах развития науки в Республике Беларусь по итогам 2011 г. / И. В. Войтов [и др.]; под общ. ред. И. В. Войтова, А. М. Русецкого. Минск: ГУ «БелИСА», 2012. 224 с.
4. Solow, R. M. Technical Change and the Aggregate Production Function / R. M. Solow // *The Review of Economics and Statistics*. 1957. Vol. 30 (3). P. 312–320.
5. Griliches, Z. Productivity, R&D, and Basic Research at the Firm Level in the 1970s. / Z. Griliches // *American Economic Review*. 1986. Vol. 76 (1). P. 141–154.
6. Comanor, W. S. Patent Statistics as a Measure of Technical Change / W. S. Comanor, F. M. Scherer // *The Journal of Political Economy*. 1969. Vol. 77 (3). P. 392–398.
7. Teitel, S. Patents, R&D Comparison / S. Teitel // *Scientometrics*. 1994. Vol. 29 (1). P. 137–159.
8. Rousseau, S. Data Envelopment Analysis as a Tool for Constructing Scientometric Indicators / S. Rousseau, R. Rousseau // *Scientometrics*. 1997. Vol. 40 (1). P. 45–56.
9. Rousseau, S. The Scientific Wealth of European Nations: Taking Effectiveness into Account / S. Rousseau, R. Rousseau // *Scientometrics*. 1998. Vol. 42 (1). P. 75–87.
10. Sharma, S. Inter-Country R&D Efficiency Analysis: an Application of Data Envelopment Analysis / S. Sharma, V. Thomas // *Scientometrics*. 2008. Vol. 76 (3). P. 483–501.
11. Wang, E. C. Relative Efficiency of R&D Activities: a Cross-Country Study Accounting for Environmental Factors in the DEA Approach / E. C. Wang, W. Huang // *Research Policy*. 2007. Vol. 36 (2). P. 260–273.
12. Hollanders, H. Measuring Innovation Efficiency / H. Hollanders, F. Celikel-Esser // *INNO Metrics*. 2007. Режим доступа: http://www.pedz.uni-mannheim.de/daten/edzh/gdb/07/eis_2007_Innovation_efficiency.pdf/. Дата доступа: 06.12.2015.
13. Попова, М. В. Международный опыт построения индексов инновационного развития [Электронный ресурс] / М. В. Попова // *Современные научные исследования и инновации*. 2013. № 3. Режим доступа: <http://web.snauka.ru/issues/2013/03/23033>. Дата доступа: 07.10.2015.

14. Лисситса, А. Анализ оболочки данных (DEA) – современная методика определения эффективности производства [Электронный ресурс] / А. Лисситса, Т. Бабищева // *Discussion Paper of Institute of Agricultural Development in Central and Eastern Europe*. 2003. № 50. Режим доступа: <http://hdl.handle.net/10419/28581>. Дата доступа: 06.12.2015.
15. Farrell, M. J. The Measurement of Productive Efficiency / M. J. Farrell // *J. of Royal Statistical Society. Series A (General)*. 1957. Vol. 120 (3). P. 253–290.
16. Charnes A., Measuring of Efficiency of Decision Making Units / A. Charnes, W. W. Cooper, E. Rhodes // *European Journal of Operational Research*. 1978. No 2. P. 429–444.
17. Banker, R. D. Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis / R. D. Banker, A. Charnes, W. W. Cooper // *Management Science*. 1984. Vol. 30 (9). P. 1078–1092.
18. Корчагин, О. Оценка эффективности региональных подразделений многопрофильного банка / О. Корчагин, А. Жуков // *Банковский вестник*. 2010. № 19 (492). С. 29–34.
19. Griliches, Z. Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth / Z. Griliches // *The Bell Journal of Economics*. 1979. Vol. 10 (1). P. 92–116.
20. Pastor, J. T. A Statistical Test for Nested Radial DEA-Models / J. T. Pastor, J. L. Ruiz, I. A. Sirvent // *Operations Research*. 2002. Vol. 50 (4). P. 728–735.

Поступила 11.01.2016

Подписана в печать 12.03.2016

Опубликована онлайн 30.03.2016

REFERENCES

1. The Global Innovation Index 2015. Effective Innovation Policies for Development. Fontainebleau; Ithaca; Geneva: Cornell University; INSEAD; WIPO, 2012. 419.
2. Cheney, S. (2010) Apple's Incredible Efficient Growth. Business Insider. Available at: <http://www.businessinsider.com/apple-and-efficiently-growing-its-future-2010-5>. (Accessed 6 December 2015).
3. Voitov I. V., Topoltsev A. L., Artiukhin M. I., Kostiuokovich N. N., Rudenkov V. M., Rusetskii A. M., Khartovnik I. A., Chechko A. P. (2012) *About the State and Prospects of Science Development in the Republic of Belarus on 2011-Year Basis: Analytical Report*. Minsk, BellSA. 224 (in Russian).
4. Solow R. M. (1957) Technical Change and the Aggregate Production Function. *The Review of Economics and Statistics*, 30 (3), 312–320.
5. Griliches Z. (1986) Productivity, R&D, and Basic Research at the Firm Level in the 1970s. *American Economic Review*. 76 (1), 141–154.
6. Comanor W. S., Scherer F. M. (1969) Patent Statistics as a Measure of Technical Change. *The Journal of Political Economy*, 77 (3), 392–398.

7. Teitel S. (1994) Patents, R&D Comparison. *Scientometrics*, 29 (1), 137–159. DOI: 10.1007/BF02018387.
8. Rousseau S., Rousseau R. (1997) Data Envelopment Analysis as a Tool for Constructing Scientometric Indicators. *Scientometrics*, 40 (1), 45–56.
9. Rousseau S., Rousseau R. (1998) The Scientific Wealth of European Nations: Taking Effectiveness into Account. *Scientometrics*, 42 (1), 75–87.
10. Sharma S., Thomas V. (2008) Inter-Country R&D Efficiency Analysis: an Application of Data Envelopment Analysis. *Scientometrics*, 76 (3), 483–501. DOI: 10.1007/s11192-007-1896-4.
11. Wang E. C., Huang W. (2007) Relative Efficiency of R&D Activities: a Cross-Country Study Accounting for Environmental Factors in the DEA Approach. *Research Policy*, 36 (2), 260–273. DOI: 10.1016/j.respol.2006.11.004.
12. Hollanders H., Celikel-Esser F. (2007) Measuring Innovation Efficiency. *INNO Metrics*. Available at: http://www.pedz.uni-mannheim.de/daten/edz-h/gdb/07/eis_2007_Innovation_efficiency.pdf. (Accessed 6 December 2015).
13. Popova M. V. (2013) International Experience for Construction of Innovative Development Indices. *Modern Scientific Researches and Innovations*, (3). Available at: <http://web.snauka.ru/issues/2013/03/23033> (Accessed: 7 October 2015) (in Russian).
14. Lissitsa A., Babicheva T. (2003) Data Envelopment Analysis (DEA) is a Modern Methodology for Determining Efficiency of Production. *Discussion Paper of Institute of Agricultural Development in Central and Eastern Europe*, (50). Available at: <http://hdl.handle.net/10419/28581> (Accessed 6 December 2015) (in Russian).
15. Farrell M. J. (1957) The Measurement of Productive Efficiency. *J. of Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120 (3), 253–290.
16. Charnes A., Cooper W. W., Rhodes E. (1978) Measuring of Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, (2), 429–444. DOI: 10.1016/0377-2217(78)90138-8.
17. Banker R. D., Charnes A., Cooper W. W. (1984) Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30 (9), 1078–1092.
18. Korchagin O., Zhukov A. (2010) Efficiency Evaluation of Regional Branches of a Diversified Bank. *Bankovskiy Vestnik* [Bank Bulletin], 19 (492), 29–34 (in Russian).
19. Griliches Z. (1979) Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth. *The Bell Journal of Economics*, 10 (1), 92–116.
20. Pastor J. T., Ruiz J. L., Sirvent I. A. (2002) A Statistical Test for Nested Radial DEA Models. *Operations Research*, 50 (4), 728–735.

Received: 11.01.2016

Accepted: 12.03.2016

Published online: 30.03.2016