

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ

УДК 330.34

ИНДЕКС ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДИФфуЗИИ ВИДОВ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЕТОДОМ DEA-АНАЛИЗАХлопцов Д.М.¹, Климович М.А.²¹ Национальный исследовательский Томский государственный университет² Национальный исследовательский Томский политехнический университет**Информация о статье**

Принята 05 июня 2020 г.

Ключевые слова: технологическая диффузия, технологическая эффективность, DEA-анализ, вид экономической деятельности, структура экономики, структурные сдвиги.

DOI: 10.26730/2587-5574-2020-2-12-22

Аннотация.

В настоящем исследовании предпринята попытка оценки технологической эффективности видов экономической деятельности. С этой целью был использован метод Data Envelopment Analysis (DEA). В ходе исследований применялась DEA-модель, ориентированная на выход. В результате проведенного анализа получены индексы технологической диффузии для каждого из видов экономической деятельности за 2017 год, рассчитанные на основании системы показателей для статистической оценки уровня технологического развития отраслей экономики, предложенной Росстатом. Полученные результаты позволили в наглядной форме визуализировать технологическую эффективность видов экономической деятельности за исследуемый период. Авторами сделан вывод о низкой эффективности отраслевой структуры российской экономики. Показана целесообразность применения метода DEA-анализа к оценке технологической эффективности видов экономической деятельности, а также возможность использования полученных расчетных данных с целью формирования приоритетных направлений и условий для структурной модернизации российской экономики.

INDEX OF TECHNOLOGICAL DIFFUSION OF ECONOMIC ACTIVITIES BY DEA-ANALYSISDmitry M. Khloptsov¹, Maria A. Klimovich²¹ National Research Tomsk State University² National Research Tomsk Polytechnic University**Article info**

Received June 05, 2020

Keywords:

technological diffusion, technological efficiency, DEA analysis, type of economic activity, structure of the economy, structural shifts.

Abstract.

The paper attempts to assess the technological efficiency of economic activities. For this purpose, the Data Envelopment Analysis (DEA) method was used. In the course of research, an output-oriented DEA model was used. As a result of the analysis, the indices of technological diffusion for each of the types of economic activity for 2017 were obtained, calculated on the basis of a system of indicators for a statistical assessment of the level of technological development of sectors of the economy, proposed by Rosstat. The results obtained made it possible to visualize in a visual form the technological efficiency of types of economic activity for the period under study. The authors concluded that the sectoral structure of the Russian economy is ineffective. The expediency of applying the DEA-analysis method to assessing the technological efficiency of types of economic activity is shown, as well as the possibility of using the obtained calculated data in order to form priority directions and conditions for the structural modernization of the Russian economy.

1 Introduction / Введение

Технологическое развитие признается ведущими современными исследователями как доминанта в системе движущих сил восстановления высоких темпов роста производительности труда

и экономического роста национальных экономик в целом [1-4]. В связи с этим особую актуальность приобретает оценка различных факторов воздействия на структуру экономики, а именно измерение технологического прогресса. Кроме того, модификация источников возникновения структурных сдвигов, а также изменение условий воспроизводственного процесса, сопровождающихся усилением цикличности экономической динамики, высокой степени неопределенности и возрастающей энтропии рыночных процессов, обуславливают необходимость анализа технологической эффективности экономики.

На сегодняшний день ведущие международные организации, союзы, университеты, бизнес-структуры составляют различные индексы и на их основании рейтинги, отражающие технологическое развитие в различных его аспектах. Среди наиболее значимых композитных индексов, рассчитываемых в масштабах мировой экономики и публикуемых ежегодно, а также имеющих корреляцию с тематикой данного исследования, можно отметить Глобальный инновационный индекс (составляется Всемирной организацией интеллектуальной собственности, Корнельским университетом, школой бизнеса INSEAD), Индекс глобальной конкурентоспособности Всемирного экономического форума, Индекс сетевой готовности (публикуется в рамках ежегодного доклада «Глобальный отчет по информационным технологиям» Всемирного экономического форума), индекс развития информационно-коммуникационных технологий (рассчитывается Международным союзом электросвязи), Индекс инноваций компании «Bloomberg» [5-9].

Однако существенным недостатком параметрических видов исследований, обозначенных выше, является некая «искусственность» формирования индексов, задание весовых коэффициентов, формы производственной функции и сравнение эффективности объекта со средним уровнем эффективности выборки.

2 Materials and methods / Материалы и методы

Результатом оценки технологической эффективности видов экономической деятельности будет являться расчет индекса технологической диффузии, методическая схема которого предполагает следующие этапы:

- 1) Выбор и обоснование показателей, характеризующих степень проникновения технологий в структуру экономики.
- 2) Выявление метода, позволяющего дать объективную оценку статистическим показателям.
- 3) Расчет индекса технологической диффузии выбранным методом.
- 4) Ранжирование видов экономической деятельности по значению индекса и интерпретация полученных результатов.

Оценку технологической диффузии мы предлагаем проводить, взяв за основу систему показателей для статистической оценки уровня технологического развития отраслей экономики, предложенную Росстатом. Данная система показателей состоит из 11 блоков показателей: макроэкономическая статистика; статистика инвестиций; статистика науки, инноваций и передовых производственных технологий; статистика производства высокотехнологичных видов промышленной продукции; статистика энергоэффективности; статистика основных фондов; статистика строительства; статистика транспорта; статистика связи; статистика торговли; статистика внешней торговли [10]. Принимая во внимание изучение структурных сдвигов в экономике сквозь призму технологического детерминизма, а также преимущественно отраслевой подход в рамках данного исследования, для расчета индекса технологической диффузии были выбраны показатели «статистика науки, инноваций и передовых производственных технологий», представленные в разрезе видов экономической деятельности.

В системе показателей Росстата для статистической оценки уровня технологического развития отраслей экономики выделено 22 вида экономической деятельности, однако для расчета индекса использовалось 17 видов экономической деятельности в связи с отсутствием статистических данных по некоторым показателям для видов экономической деятельности: выращивание многолетних культур, выращивание рассады, смешанное сельское хозяйство, производство кровельных работ, деятельность профессиональная научная и техническая прочая. Отметим, что для предложенной методики оценки отсутствие данных видов экономической деятельности не является существенным, так как суммарный удельный вес всех пяти видов экономической деятельности в общем объеме отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и

услуг собственными силами составляет 0,08%. Ввиду недоступности для исследования полных статических данных по некоторым показателям за 2018-2019 гг. расчеты произведены по показателям за 2017 г. По мере публикации необходимых дополнительных статистических материалов предполагается произвести их анализ, а также рассчитать индекс Малмквиста, который позволит оценить изменения в период с 2017 г. по 2019 г.

Авторы предлагают для целей настоящего исследования, а именно для расчета индекса технологической диффузии видов экономической деятельности использовать один из самых востребованных на сегодняшний день непараметрических методов анализа – метод математического программирования: DEA-анализ (Data Envelopment Analysis). Он позволяет оценить сравнительную эффективность функционирования однородных объектов по информации о значениях множества входных и выходных показателей их деятельности. Данный метод был предложен учеными А. Чарнезом, Е. Родесом и У. Купером в 1978 году. В методологии DEA под «эффективностью функционирования» понимается определенный результат деятельности объектов, при котором наилучшие значения выходных показателей достигаются при наименьших входах [11].

Исследование понятия «эффективность» началось с трудов ученых классической школы, Д. Рикардо ввел его в качестве экономической категории, означающей отношение результата к определенному виду затрат [12]. В экономической литературе существует два подхода к сущностной характеристике данного термина: эффективность как экономичность и эффективность как результативность [13]. Современные исследователи применяют системный подход к понятию эффективности, который предполагает изменение качественного состояния и рассмотрение эффективности с точки зрения фактического и ожидаемого результата [14].

Метод DEA основан на построении границы эффективности, он располагает все эффективные объекты на границе эффективности, а неэффективные объекты – вне ее и позволяет вычислить один агрегированный индекс для каждого объекта. Чем ближе к границе эффективности расположен объект, тем выше значение его сравнительной эффективности. Результатом DEA анализа является построение моделей двух типов: модель, ориентированная на вход (оценка эффективности использования ресурсов, минимизации затрат) и модель, ориентированная на выход (оценка эффективности максимизации результатов деятельности). И те, и другие модели подразделяются на модели с постоянным эффектом масштаба (пропорциональное изменение результатов вследствие изменения объема ресурсов) и модели с переменным эффектом масштаба (зависимость результатов от ресурсов может быть как убывающей, так и возрастающей).

Модель метода DEA, ориентированная на вход и принимающая наличие постоянного эффекта масштаба, математически выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned} \min_{\theta, \lambda} & (\theta), \\ & - y_i + Y\lambda \geq 0, \\ & \theta x_j - X\lambda \geq 0, \\ & \lambda \geq 0, \end{aligned} \quad (1)$$

где n – число объектов; m – число входных показателей; s – число выходных показателей; X – матрица входных показателей для всех n объектов (размерность $m \times n$); Y – матрица выходных показателей для всех n объектов (размерность $s \times n$); x_j и y_j – вектор столбца входных и выходных показателей для j -го – оцениваемого – объекта; λ – вектор констант (размерность $n \times 1$); θ – скаляр ($\theta \leq 1$) – мера (показатель) эффективности j -го объекта. При вводе дополнительного ограничения на сумму весовых коэффициентов λ , а именно $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$, становится возможным учесть переменный эффект масштаба.

Модель метода DEA, ориентированная на выход и принимающая наличие постоянного эффекта масштаба, математически выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned} \max_{\phi, \lambda} (\phi), \\ -\phi y_j + Y\lambda \geq 0, \\ x_j - X\lambda \geq 0, \\ \lambda \geq 0. \end{aligned} \quad (2)$$

где n – число объектов; m – число входных показателей; s – число выходных показателей; X – матрица входных показателей для всех n объектов (размерность $m \times n$); Y – матрица выходных показателей для всех n объектов (размерность $s \times n$); x_j и y_j – вектор-столбцы входных и выходных показателей для j -го – оцениваемого – объекта; λ – вектор констант (размерность $n \times 1$); ϕ – скаляр ($\phi \geq 1$) – мера (показатель) эффективности j -го объекта. Аналогично при вводе дополнительного ограничения на сумму весовых коэффициентов λ , а именно $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$, становится возможным учесть переменный эффект масштаба. Отметим, что в данном случае расчетные значения показателя эффективности будут больше или равны единице. Для получения показателя эффективности в традиционном виде с диапазоном значений от 0 до 1 используют величину, обратную ϕ .

К основным преимуществам метода относятся: неограниченное количество показателей входа и выхода, выраженных в любых единицах измерения, отсутствие ограничений функциональной формы зависимости между входами и выходами, не требуется задание весовых коэффициентов для переменных, расчет оценки предпочтительных изменений в показателях входа и выхода, позволяющих приблизить эффективность объектов к границе эффективности. Одним из наиболее значимых достоинств данной оценки является ее вариативность, то есть возможность использования в разных областях и трактовки термина «эффективность функционирования» в зависимости от сферы применения [15].

Следует отметить, что любой показатель сравнительной эффективности, полученный в результате применения метода DEA, состоит из двух элементов: технической эффективности – результат деятельности при определенной комбинации ресурсов и аллокативной эффективности – результат деятельности при существующих затратах на ресурсы и их комбинации [16].

В интересах данного исследования будет проведен DEA-анализ технологической эффективности в разрезе видов экономической деятельности российской экономики, результатом которого будет являться агрегированный индекс технологической диффузии для каждого вида экономической деятельности. Под технологической эффективностью в данном случае авторы понимают совокупность производственных методов и процессов, которая обеспечивает получение целевого продукта или услуги при максимально возможной селективности ресурсов и степени их конверсии и позволяет максимизировать объем выпуска при заданном количестве ресурсов и объеме затрат на них. Технологическая диффузия в рамках методики оценки – это процесс распространения технологических инноваций в структуру экономики, являющийся системной компонентой экономического роста и структурных сдвигов и обладающий мультипликативным и синергетическим эффектом.

3 Results and discussion / Результаты и обсуждение

Оценка технологической диффузии проводилась с помощью модели метода DEA, ориентированной на выход (максимизацию результата) с постоянным эффектом масштаба. Выбор данной модели обусловлен тем, что для всех исследуемых показателей характерна «положительная» направленность, то есть желательно увеличение их значений, поэтому целесообразно использование показателей в качестве выходных, что согласуется с принципами работы моделей DEA. Поскольку методология DEA-анализа предполагает наличие показателей входа, в данном случае будет использоваться унифицированный входной показатель с присвоенным значением 1 для всех видов экономической деятельности [17]. Наименование, принятое обозначение и размерность показателей представлены в таблице 1.

Всего два вида экономической деятельности (обрабатывающая промышленность и научные исследования и разработки) имеют значение индекса технологической диффузии, равное единице, т.е. являются технологически эффективными в разрезе показателей статистики науки, инноваций и передовых производственных технологий. Процент эффективных объектов составляет

всего 11,76%. Среднее значение индекса технологической диффузии равно 0,257, минимальное значение – 0,05. Самым технологически неэффективным видом экономической деятельности в 2017 г., согласно расчетному значению индекса, являются «работы строительные специализированные прочие, не включенные в другие группировки». Следует отметить крайне низкое значение индекса для большинства видов экономической деятельности: индекс всего трех видов экономической деятельности из семнадцати превышает 50%-й порог технологической эффективности.

Таблица 1. Показатели входа и выхода для DEA-анализа технологической эффективности отраслей российской экономики

Показатели выхода	
x_1	Инновационная активность организаций (удельный вес организаций, осуществлявших технологические, организационные, маркетинговые инновации в отчетном году, в общем числе обследованных организаций), в %
x_2	Удельный вес организаций, осуществлявших технологические инновации в отчетном году, в общем числе обследованных организаций, в %
x_3	Удельный вес инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг, в %
x_4	Инновационные товары, работы, услуги, вновь введенные или подвергавшиеся значительным технологическим изменениям в течение последних трех лет, млрд руб.
x_5	Количество приобретенных организациями новых технологий (технических достижений), программных средств, единиц
Показатели входа	
y_1	Унифицированный вход

Индекс технологической диффузии для вида экономической деятельности «добыча полезных ископаемых», несмотря на его ключевое значение для российской экономики, является низким – 0,238. Деятельность в области информационных технологий, которая является основой для формирования инфраструктуры цифровой экономики, имеет значение индекса, равное 0,178, и находится на девятом месте среди видов экономической деятельности.

Графически результаты расчета индекса технологической диффузии, полученные методом DEA-анализа, выглядят следующим образом:

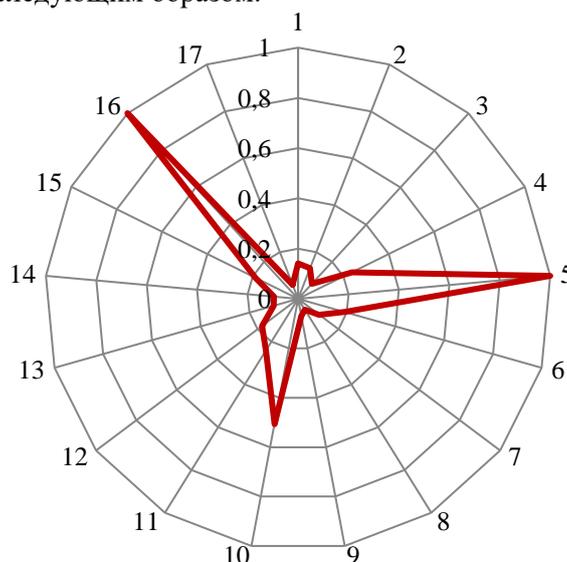


Рисунок 1. Показатели индекса технологической диффузии по видам экономической деятельности в 2017 г.

Таблица 2. Значения переменных входа и выхода для оценки сравнительной технологической эффективности по видам экономической деятельности за 2017 год [18,19].

№ п/п	Наименование видов экономической деятельности	y_1	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
1	выращивание однолетних культур	1	4.2	3.9	1.9	9.45	635
2	животноводство	1	3.9	2.9	1.7	10.43	526
3	деятельность вспомогательная в области производства сельскохозяйственных культур и послепосевной обработки сельхозпродукции	1	2.4	2.1	1.8	0.18	15
4	добыча полезных ископаемых	1	6.1	5.1	3.9	224.56	361
5	обрабатывающие производства	1	15	13.7	8.6	2 140.10	8 508
6	обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха (за исключением торговли электроэнергией; торговли газообразным топливом, подаваемым по распределительным сетям; торговли паром и горячей водой (тепловой энергией))	1	5.7	5.1	1.5	64.45	404
7	водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений	1	3.1	2.7	1.3	6.36	134
8	работы строительные специализированные прочие, не включенные в другие группировки	1	1.5	0.7	0.1	0.04	7
9	деятельность издательская	1	2.1	1.8	0.2	0.15	40
10	деятельность в сфере телекоммуникаций	1	15	11.4	4.4	60.27	149
11	разработка компьютерного программного обеспечения, консультационные услуги в данной области и другие сопутствующие услуги	1	7.1	6.6	6.6	25.10	1 280
12	деятельность в области информационных технологий	1	5.3	4.5	2.5	3.48	310
13	деятельность в области права и бухгалтерского учета	1	2.1	1.6	0.6	0.52	721
14	деятельность головных офисов; консультирование по вопросам управления	1	2.7	1.8	0.1	0.25	517
15	деятельность в области архитектуры и инженерно-технического проектирования; технических испытаний, исследований и анализа	1	4.9	4.0	2.3	7.24	1 119
16	научные исследования и разработки	1	30	28.5	43.1	459.68	5 185
17	деятельность рекламная и исследование конъюнктуры рынка	1	1.8	1.6	1.9	1.26	22

Расчеты по методике DEA были реализованы посредством программного обеспечения DEAP Version 2.1 (A Data Envelopment Analysis (Computer) Program).

Таблица 3. Виды экономической деятельности с присвоенным рангом по расчетному значению индекса технологической диффузии за 2017 г.

№ п/п	Наименование вида экономической деятельности	Индекс технологической эффективности
1	выращивание однолетних культур	0.141
2	животноводство	0.131
3	деятельность вспомогательная в области производства сельскохозяйственных культур и послепосевной обработки сельхозпродукции	0.081
4	добыча полезных ископаемых	0.238
5	обрабатывающие производства	1
6	обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха (за исключением торговли электроэнергией; торговли газообразным топливом, подаваемым по распределительным сетям; торговли паром и горячей водой (тепловой энергией))	0.191
7	водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений	0.104
8	работы строительные специализированные прочие, не включенные в другие группировки	0.05
9	деятельность издательская	0.07
10	деятельность в сфере телекоммуникаций	0.507
11	разработка компьютерного программного обеспечения, консультационные услуги в данной области и другие сопутствующие услуги	0.242
12	деятельность в области информационных технологий	0.178
13	деятельность в области права и бухгалтерского учета	0.1
14	деятельность головных офисов; консультирование по вопросам управления	0.095
15	деятельность в области архитектуры и инженерно-технического проектирования; технических испытаний, исследований и анализа	0.187
16	научные исследования и разработки	1
17	деятельность рекламная и исследование конъюнктуры рынка	0.06

Высота каждого сектора соответствует полученному числовому значению показателя. Технологически эффективные виды экономической деятельности расположены на границе эффективности – внешней окружности, технологически неэффективные – внутри внешней окружности. Чем ближе к центру окружности расположен объект, тем ниже значение его сравнительной эффективности. Объекты, имеющие значения индекса технологической диффузии, равные единице, выступают в качестве ориентиров для других видов экономической деятельности.

Для наглядного представления распределения количества видов экономической деятельности по интервалам значений индекса технологической диффузии построена гистограмма частот, которая позволяет увидеть, какие диапазоны значений индекса являются наиболее частыми.

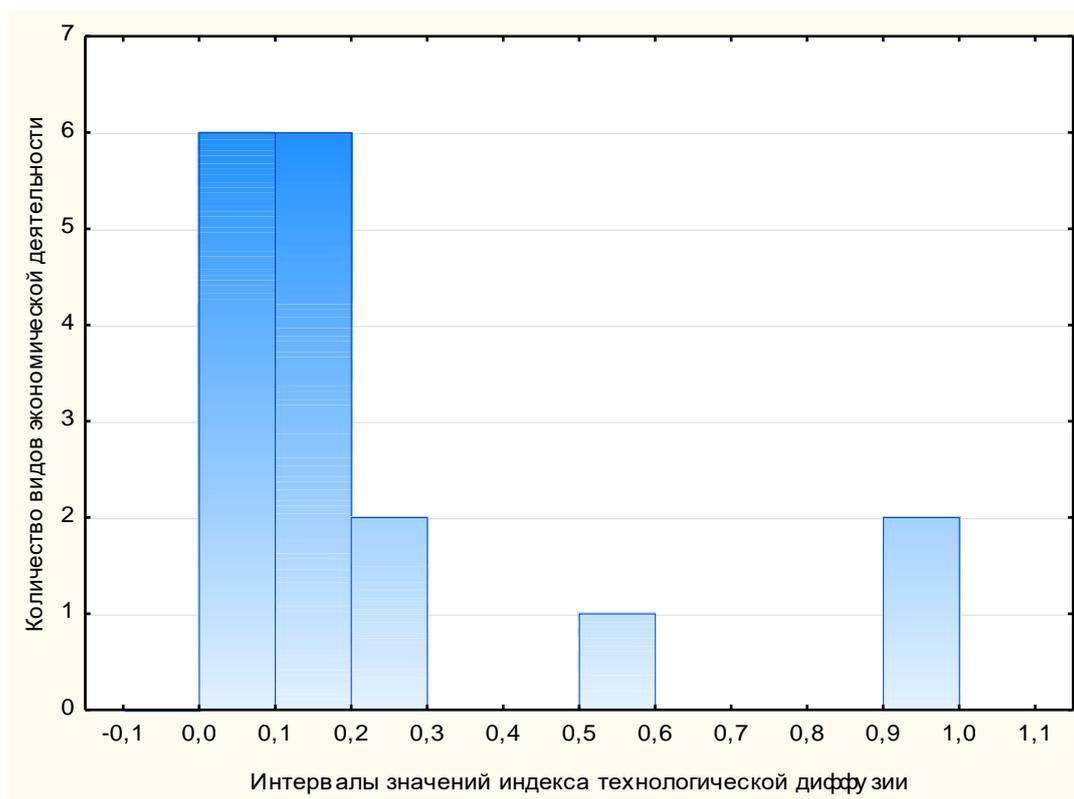


Рисунок 2. Гистограмма распределения частот значений индекса технологической диффузии

Из построенного графика следует, что 12 видов экономической деятельности имеют значение индекса технологической диффузии в интервале от 0 до 0,2, два вида экономической деятельности – в интервале от 0,2 до 0,3, один вид – от 0,5 до 0,6 и два вида – от 0,9 до 1.

4 Conclusion / Заключение

Предпринятое исследование подтверждает целесообразность применения метода DEA-анализа для оценки технологической эффективности видов экономической деятельности. Данная методика может быть рекомендована к использованию органами государственной власти, как для мониторинга результатов технологического развития, так и для определения приоритетных векторов развития по каждому из видов экономической деятельности с учетом динамики индекса технологической диффузии.

К основным результатам исследования, проведенного авторами с использованием метода DEA-анализа, можно отнести следующие:

- во-первых, расчет индекса технологической диффузии позволил дать объективную сравнительную характеристику 17 исследуемым видам экономической деятельности. Полученные значения свидетельствуют о неэффективности отраслевой структуры российской экономики;
- во-вторых, метод DEA показал свою состоятельность для сравнительной оценки эффективности объектов на основе разнородных затратных и результативных показателей деятельности. Апробация методики оценки технологической эффективности видов экономической деятельности на актуальной статистической информации показала адекватность полученных результатов;
- в-третьих, произведенные расчеты подтверждают наличие структурных деформаций российской экономики.

Таким образом, методика DEA-анализа, впервые предложенная авторами для оценки технологической эффективности видов экономической деятельности, позволяет проанализировать виды экономической деятельности, что может представлять интерес для оценки существующей ситуации, а также для формирования приоритетных направлений и условий для структурной модернизации российской экономики.

Таблица 4. Виды экономической деятельности, упорядоченные по значению индекса технологической диффузии

Ранг	Вид экономической деятельности	Индекс технологической диффузии
1	обрабатывающие производства	1
1	научные исследования и разработки	1
3	деятельность в сфере телекоммуникаций	0.507
4	разработка компьютерного программного обеспечения, консультационные услуги в данной области и другие сопутствующие услуги	0.242
5	добыча полезных ископаемых	0.238
6	обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха (за исключением торговли электроэнергией; торговли газообразным топливом, подаваемым по распределительным сетям; торговли паром и горячей водой (тепловой энергией))	0.191
7	деятельность в области архитектуры и инженерно-технического проектирования; технических испытаний, исследований и анализа	0.187
8	деятельность в области информационных технологий	0.178
9	выращивание однолетних культур	0.141
10	животноводство	0.131
11	водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений	0.104
12	деятельность в области права и бухгалтерского учета	0.1
13	деятельность головных офисов; консультирование по вопросам управления	0.095
14	деятельность вспомогательная в области производства сельскохозяйственных культур и послепосевной обработки сельхозпродукции	0.081
15	деятельность издательская	0.07
16	деятельность рекламная и исследование конъюнктуры рынка	0.06
17	работы строительные специализированные прочие, не включенные в другие группировки	0.05

Список источников

- Rodrik D. Premature deindustrialization // Journal of Economic Growth. – 2016. – Vol. 21. No. 1. pp. 1-33.
- Wang M., Wong M. International R&D Transfer and Technical Efficiency: Evidence from Panel Study Using Stochastic Frontier Analysis // World Development. – 2012. – Vol. 40 (10). – pp. 1982-1998.
- Марш П. Новая промышленная революция: Потребители, глобализация и конец массового производства. – М.: Изд-во Института Гайдара, 2015. – 420 с.
- Шваб К. Четвертая промышленная революция. – М.: Эксмо, 2016. – 208 с.
- Global Innovation Index 2018 Update. URL: <https://www.globalinnovationindex.org/> (последнее обращение: 22.06.2020).
- The Global Competitiveness Report 2017-2018. World Economic Forum. URL: <http://reports.weforum.org/global-competitiveness-index-2017-2018/competitiveness-rankings/#series=EOSQ041> (последнее обращение: 22.06.2020).
- The Global Information Technology Report 2016: Innovating in the Digital Economy. The World Economic Forum and INSEAD 2016. URL: <http://reports.weforum.org/global-information-technology-report-2016/executive-summary/> (последнее обращение: 22.06.2020).
- The ICT Development Index (IDI): conceptual framework and methodology. International Telecommunication Union. URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/mis2017/methodology.aspx> (последнее обращение: 22.06.2020).
- 50 Most Innovative Countries. Bloomberg. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-01-22/south-korea-tops-global-innovation-ranking-again-as-u-s-falls> (последнее обращение: 22.06.2020).
- Росстат. Технологическое развитие отраслей экономики. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/economydevelopment/ (последнее обращение: 22.06.2020).
- Charnes A., Cooper W., Rhodes E. Evaluating program and managerial efficiency: An application of data envelopment analysis to program follow through // Management Science. – 1981. – №. 27. – P. 668–697.

12. Рикардо Д. Сочинения. Т.1. – М.: Прогресс, 1965. – 438 с.
13. Базуева Е.В. Концептуальные основы исследования герменевтики категории эффективности с позиции эволюции научного знания // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия экономика. – 2017. – № 3. – С. 7-15.
14. Денисов В.Т., Медведева Ю.П., Денисов Д.Д., Резник А.Е. Сущность эффективности и ее повышение // Поволжский торгово-экономический журнал. – 2010. – № 3. – С. 6–13.
15. Моргунов Е.П., Моргунова О.Н. Краткое описание метода Data Envelopment Analysis. URL: <http://www.morgunov.org/efficiency.html> (последнее обращение: 22.06.2020).
16. Farrell M. The Measurement of Productive Efficiency // Journal of the Royal Statistical Society. – 1957. – Vol. 3 (No. 120). – pp. 253-290.
17. Cooper W. Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References, and DEA-Solver. – Boston: Kluwer Academic Publishers, 2000. – 420 p.
18. Росстат. Технологическое развитие отраслей экономики. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/economydevelopment/ (последнее обращение: 22.06.2020).
19. Гохберг Л.М., Дитковский К.А., Кузнецова И.А. Индикаторы инновационной деятельности: 2019: статистический сборник. – М.: НИУ ВШЭ, 2019. – 376 с.

References

1. Rodrik D. Premature deindustrialization. Journal of Economic Growth. 2016. Vol. 21. No. 1. pp. 1-33.
2. Wang M., Wong M. International R&D Transfer and Technical Efficiency: Evidence from Panel Study Using Stochastic Frontier Analysis. World Development. 2012. Vol. 40 (10), pp. 1982-1998.
3. Marsh P. Novaya promyshlennaya revolyuciya: Potrebiteli, globalizaciya i konec massovogo proizvodstva [The New Industrial Revolution: Consumers, Globalization and the End of Mass Production]. Moscow: Izd-vo Instituta Gajdara = Gaidar Institute Publishing House, 2015. 420 p.
4. Schwab K. Chetvertaya promyshlennaya revolyuciya [The fourth industrial revolution]. Moscow: Exmo Pub., 2016. 208 s.
5. Global Innovation Index 2018 Update. URL: <https://www.globalinnovationindex.org/> (last access: 22.06.2020).
6. The Global Competitiveness Report 2017-2018. World Economic Forum. URL: <http://reports.weforum.org/global-competitiveness-index-2017-2018/competitiveness-rankings/#series=EOSQ041> (last access: 22.06.2020).
7. The Global Information Technology Report 2016: Innovating in the Digital Economy. The World Economic Forum and INSEAD 2016. URL: <http://reports.weforum.org/global-information-technology-report-2016/executive-summary/> (last access: 22.06.2020).
8. The ICT Development Index (IDI): conceptual framework and methodology. International Telecommunication Union. URL: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/mis2017/methodology.aspx> (last access: 22.06.2020).
9. 50 Most Innovative Countries. Bloomberg. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-01-22/south-korea-tops-global-innovation-ranking-again-as-u-s-falls> (last access: 22.06.2020).
10. Rosstat. Tekhnologicheskoe razvitie otraslej ekonomiki [Technological development of economic sectors.]. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/economydevelopment/ (last access: 22.06.2020).
11. Charnes A., Cooper W., Rhodes E. Evaluating program and managerial efficiency: An application of data envelopment analysis to program follow through. Management Science. 1981. Vol. 27. pp. 668-697.
12. Ricardo D. Sochineniya. T.1. [Essays. Vol. 1]. Moscow: Progress Pub., 1965. 438 p.
13. Bazueva E.V. Konceptual'nye osnovy issledovaniya germeneytiki kategorii effektivnosti s pozicii evolyucii nauchnogo znaniya [Conceptual foundations for the study of hermeneutics of the category of effectiveness from the standpoint of the evolution of scientific knowledge]. Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya ekonomika = Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Economy series. 2017. Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Economy seriesol. 3. pp. 7-15.
14. Denisov V.T., Medvedeva YU.P., Denisov D.D., Reznik A.E. Sushchnost' effektivnosti i ee povyshenie [Conceptual foundations for the study of hermeneutics of the category of effectiveness from the standpoint of the evolution of scientific knowledge]. Povolzhskij torгово-ekonomicheskij zhurnal = Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Economy series. 2010. Vol. 3. pp. 6-13.
15. Morgunov E.P., Morgunova O.N. Kratkoe opisaniye metoda Data Envelopment Analysis [Data Envelopment Analysis Method Brief]. URL: <http://www.morgunov.org/efficiency.html> (last access: 22.06.2020).
16. Farrell M. The Measurement of Productive Efficiency. Journal of the Royal Statistical Society. 1957. Vol. 3 (No. 120). pp. 253-290.
17. Cooper W. Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References, and DEA-Solver. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2000. 420 p.
18. Rosstat. Tekhnologicheskoe razvitie otraslej ekonomiki [Technological development of economic sectors]. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/economydevelopment/ (last access: 22.06.2020).

19. Gohberg L.M., Ditkovskij K.A., Kuznecova I.A. Indikatory innovacionnoj deya-tel'nosti: 2019: statisticheskij sbornik [Indicators of innovation: 2019: statistical compilation]. Moscow: NIU HSE Pub., 2019. 376 p.

Авторы

Хлопцов Дмитрий Михайлович, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики. Национальный исследовательский Томский государственный университет
634050, Томск пр. Ленина, 36
E-mail: d.khloptsov@tokko.tomsk.ru

Климович Мария Александровна – аспирант. Национальный исследовательский Томский политехнический университет.
634050 Томск, пр. Ленина, 30.
E-mail: Marusja@tpu.ru

Библиографическое описание статьи

Хлопцов Д.М., Климович М.А. Индекс технологической диффузии видов экономической деятельности методом DEA-анализа // Экономика и управление инновациями — 2020. — № 2 (12). — С. 12-22.

Authors

Dmitry M. Khloptsov, D.Sc in Economics, Professor, Head of the Department of Economics.
National Research Tomsk State University
634050 36 Lenin Ave., Tomsk, Russia
E-mail: d.khloptsov@tokko.tomsk.ru

Maria A. Klimovich – PhD student.
National Research Tomsk Polytechnic University.
634050 30 Lenin Ave., Tomsk, Russia
E-mail: Marusja@tpu.ru

Reference to article

Khloptsov D.M., Klimovich M.A. Index of technological diffusion of economic activities by DEA-analysis. Economics and Innovation Management, 2020, no. 2 (12), pp. 12-22.