

pISSN 2073-2872
eISSN 2311-875X

Устойчивое развитие экономики

ЭНТРОПИЙНЫЙ МЕТОД АНАЛИЗА ДАННЫХ ДЛЯ ПРОЦЕДУРЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ НА УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО КОМПЛЕКСА

Виктор Макарович ЗАЕРНЮК ^а,
Чжан ЧИ ^{б,*}

^а доктор экономических наук, доцент,
профессор кафедры экономики минерально-сырьевого комплекса,
Российский государственный геологоразведочный университет
имени Серго Орджоникидзе (МГРИ-РГГРУ),
Москва, Российская Федерация
zvm4651@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3669-0907>
SPIN-код: 3300-6420

^б аспирантка кафедры экономики минерально-сырьевого комплекса,
Российский государственный геологоразведочный университет
имени Серго Орджоникидзе (МГРИ-РГГРУ),
Москва, Российская Федерация
282694629@qq.com
<https://orcid.org/0000-0002-7149-8323>
SPIN-код: 5550-0582

* Ответственный автор

История статьи:

Рег. № 100/2022
Получена 28.02.2022
Получена в
доработанном виде
18.04.2022
Одобрена 10.05.2022
Доступна онлайн
15.06.2022

УДК 330.15
JEL: O13, Q52

Ключевые слова:

минерально-сырьевые
ресурсы,
эконометрические
модели, экономическая
эффективность,
нормализация
необработанных данных

Аннотация

Предмет. Устойчивое развитие минерально-сырьевого комплекса Российской Федерации.

Цели. Выбор метода оценки влияния различных факторов на экономические показатели предприятий минерально-сырьевого комплекса.

Методология. Применены методы математического анализа.

Результаты. Установлено, что метод энтропийного веса позволяет объективно взвешивать различные факторы, влияющие на результативный признак.

Выводы. Метод энтропийного веса оптимален для оценки экономической эффективности разработки месторождений полезных ископаемых.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2022

Для цитирования: Заернюк В.М., Чи Ч. Энтропийный метод анализа данных для процедуры определения степени влияния факторов на устойчивое развитие предприятий минерально-сырьевого комплекса // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2022. – Т. 18, № 6. – С. 1188 – 1200.
<https://doi.org/10.24891/ni.18.6.1188>

Некоторые экономисты (Р. Фриш, Я. Тинберген) были удостоены Нобелевской премии по экономике за применение математических методов. В свою очередь, Л.В. Канторович, получивший Нобелевскую премию по экономике, был математиком. Использование математического аппарата в экономике создало базу для развития эконометрии, программирования, статистики. Для изучения экономических явлений и процессов исследователи предлагают использовать элементы математического анализа, линейной алгебры, линейного и выпуклого программирования, вероятностно-статистические методы, теорию случайных процессов [1]. В настоящее время получили развитие детерминистский подход в области управления рисками [2], методы оценки стоимости бренда [3].

Многочисленные исследования посвящены разработке математических моделей для оценки процессов, протекающих на уровне промышленных отраслей и предприятий в условиях неопределенности¹ [4–7]. Обсуждаются вопросы построения моделей прогноза экономических индикаторов [8], макроэкономических моделей [9], динамических стохастических моделей общего экономического равновесия [10].

Анализ исследований в области добычи и переработки минерального сырья показывает, что усилия большинства ученых направлены на развитие методов оценки освоения и использования минеральных ресурсов. Например, W. Binqing предложил функцию оптимизации $N = G(\{F_i(X_i)\})$ для количественного определения эффективности освоения минеральных ресурсов в зависимости от применяемых технологий, состояния экономики, запасов сырья и условий промышленной политики².

Исследователь Zh. Junwei³ создал многоуровневую систему оценки результатов разработки и использования минеральных ресурсов. В качестве оценочных показателей предложены коэффициенты

¹ Царьков И.Н. Операционный денежный поток в компании: планирование в условиях неопределенности // Проблемы теории и практики управления. 2011. № 10. С. 40–52.

² Binqing W. Research on the Sequence of Mineral Resources Protection and Development and Utilization. *China Mining*, 2004, no. 6, pp. 51–55.

³ Junwei Zh., Min G., Hengqin Zh. Conception on the Evaluation of Mineral Resources Development and Utilization Efficiency. *China Mining Industry*, 2012, no. 8, pp. 60–63.

технологического использования. В другой работе выделены факторы, влияющие на эффективность разработки минеральных ресурсов:

- освоение и использование минеральных ресурсов;
- восстановление геологической среды месторождений золота и управление ими;
- эффективность персонала;
- получение выгоды от разработки золоторудного месторождения⁴.

Предложены четыре индикатора оценки первого уровня и десять индикаторов второго уровня, агрегированных в обобщающий показатель. Эффективность разработки железорудных месторождений оценивается на основе метода нечеткой комплексной оценки.

Исследователь D. Qiguang⁵ выделил такие факторы, как эффективность разработки минеральных ресурсов, эффективность персонала, экономические и социальные выгоды и воздействие на окружающую среду. Им предложена система индексов, состоящая из четырех показателей первого уровня и восьми показателей второго уровня. В качестве инструментария используются метод нечеткой иерархической комплексной оценки и DEA-модель. Некоторые ученые считают, что факторами, влияющими на разработку и использование минеральных ресурсов, являются природные свойства руды, окружающая среда, инвестиции и технологии⁶.

Отметим, что единого определения факторов, влияющих на разработку и использование минеральных ресурсов, не существует. В то же время большинство ученых классифицируют факторы с точки зрения минеральных ресурсов, экономики, технологий и окружающей среды. При этом отсутствует количественный и качественный анализ факторов, оказывающих решающее влияние на функционирование предприятий минерально-сырьевого комплекса.

⁴ Jian L.D., Shangkun W., Ke G. Comprehensive Evaluation of Mineral Resources Development and Utilization Based on Combination Weights and Grey Relational Analysis Method. *Metal Mine*, 2015, no. 2, pp. 20–25.

⁵ Qiguang D., Ming X. Preliminary Study on Evaluation Indexes and Methods of Mineral Development and Utilization Efficiency. *Comprehensive Utilization of Mineral Resources*, 2012, no. 1, pp. 53–55.

⁶ Wencai W., Boshuai L., Jingwen Zh. et al. Evaluation of Resource Development and Utilization Efficiency in Polymetallic Mining Areas Based on Combined Weight-Fuzzy Mathematics. *Conservation and Utilization of Mineral Resources*, 2017, no. 5, pp. 14–23.

Данное исследование посвящено качественному и количественному анализу ключевых факторов, влияющих на устойчивое развитие предприятий; при этом актуальна проблема агрегирования разноплановых показателей в единый показатель. Основная трудность при агрегировании состоит в определении весов исходных показателей без утраты значимости и без излишней субъективности. С увеличением уровня агрегирования информации сложность взвешивания несравнимых величин возрастает.

Определение весов часто производится по методу Дельфи; можно применять и методы, характерные для социальных наук. Используется также многокритериальный анализ. Взвешивающие коэффициенты можно получить путем опроса экспертов или методом Дельфи, являющимся групповым методом. Опрос экспертов повторяется несколько раз. После того как начинают появляться совпадающие мнения, результаты используются в качестве оценки.

Далее остановимся на получившем широкое применение на практике методическом инструментарии анализа важности факторов, влияющих на экономические результаты. Цель данного анализа – понять, какие методы доступны в настоящее время для изучения степени влияния различных факторов.

Для определения связи между различными факторами и экономическим результатом часто применяется корреляционный анализ⁷. В ряде случаев проводятся экспертные опросы; выявляется семантическая сетевая связь между различными факторами, влияющими на выбор методов транзакций для проектов развития [11]; при оценке эффективности разработки минерального сырья применяются облачные модели.

Некоторые ученые используют теорию приближенных множеств, чтобы установить взаимосвязь между факторами и размером эффекта, а также анализируют влияние каждого фактора на величину эффекта⁸. Также применяется инструментарий, основанный на аналитической иерархии процессов, что позволяет определить важность каждого фактора и получить весовые оценки общего воздействия каждого фактора на результативный

⁷ Yuling Z. Grey Relational Analysis of the Importance of Factors Influencing Marketing Competitiveness. *Modern Industrial Economy and Information Technology*, 2014, vol. 4, iss. 11, pp. 5–9.

⁸ Jian L.D., Lin Y., Youhua W. Fuzzy Comprehensive Evaluation Model of Mineral Resources Development Efficiency – A Case from Vanadium-titanium Magnetite Mine in Panxi District. *Journal of Guilin University of Technology*, 2014, no. 4, pp. 635–640.

признак. В ряде случаев используются модели, состоящие из множества деревьев решений⁹.

Как правило, при определении степени влияния факторов на результат используются аналитическая иерархия процессов, теория приближительных множеств. В *табл. 1* указаны преимущества и недостатки перечисленных методов.

Следует сказать, что аналитическая иерархия процессов используется наиболее часто, но он не может объективно объяснить исследуемую проблему. Теория множеств, реляционный анализ или модель деревьев решений отражают важность влияющих факторов напрямую, позволяют определить степень корреляции между несколькими независимыми переменными и зависимой переменной, но без учета важности независимых переменных.

Параллельно с перечисленными методами оценки степени влияния различных факторов на результирующие показатели развивались также и методы оценки эффективности. Изучение экономической литературы показало, что современные методы оценки эффективности связаны в основном с теорией DEA. Метод DEA базируется на линейном программировании и предназначен для определения относительной эффективности.

Первоначально данная модель была предложена в 1957 г. американским экономистом М. Фарреллом, который ввел в научный оборот понятие эффективности (результативности) вместо понятия продуктивности [12]. В дальнейшем на основе работы М. Фаррелла исследователь А. Чамес [13] предложил метод DEA для оценки эффективности производственных единиц со множественными входами и множественными выходами. Этот метод оценки разработан на основе вероятности относительной эффективности и расширяет концепцию экономической эффективности с одним входом и одним выходом до нескольких входов и нескольких выходов.

Данный метод применялся при выборе соотношения фактического выпуска продукции с оптимальным при условии, что входные данные подразделения, принимающего решения, остаются неизменными при проведении общего анализа, оценки экологической эффективности, внешних воздействий окружающей среды, а также при анализе затрат и

⁹ Lifeng Zh. Research on the Importance of Factors Influencing Chinese Residents' Outbound Tourism Based on Random Forest Model. *Resource Development and Market*, 2017, vol. 33, iss. 6, pp. 711–726.

выпуска в промышленности. Можно утверждать, что современные методы оценки эффективности в основном ориентированы на различные модели в рамках теории DEA, основанные на линейном программировании и позволяющие определить относительную эффективность промышленного производства.

Отметим, что в последние годы в разных отраслях хозяйства активно применяется метод энтропийного веса. Концепция энтропии возникла из термодинамики. Энтропия является мерой неопределенности состояния системы¹⁰, и впервые данный метод был введен в теорию информации К. Шенноном. Метод энтропийного веса является объективным методом взвешивания с высокой достоверностью [7].

В теории информации энтропия является мерой степени беспорядка в системе. Когда энтропия используется для определения веса и когда значение объекта оценки по индексу сильно различается, большее значение энтропии указывает на то, что индекс обеспечивает большее количество полезной для результата информации, и вес этого показателя также должен быть больше.

Пусть имеется m объектов оценки, а n показателей оценки образуют исходную матрицу данных в виде:

$$\begin{matrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{matrix}.$$

Матрицу можно нормализовать:

$$R = (x_{ij})_{m \times n}. \quad (1)$$

Для определенного индекса j чем больше разница значений индекса x_{ij} , тем больше влияние индекса на комплексную оценку. Если все значения индекса равны, индекс вряд ли будет играть роль в комплексной оценке.

Метод энтропийного взвешивания в основном включает следующие четыре шага. Первый шаг – нормализация необработанных данных. Существует две формы нормализации необработанных данных. Это стандартизация индекса рентабельности, которая предпочтительнее для большего значения

¹⁰ *Jian L.D., Lin Y., Youhua W. Fuzzy Comprehensive Evaluation Model of Mineral Resources Development Efficiency – A Case from Vanadium-titanium Magnetite Mine in Panxi District. Journal of Guilin University of Technology*, 2014, no. 4, pp. 635–640.

(2), и стандартизация индекса затрат, которая предпочтительнее для меньшего значения (3):

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_j \{x_{ij}\}}{\max_j \{x_{ij}\} - \min_j \{x_{ij}\}}, \quad (2)$$

$$r_{ij} = \frac{\max_j \{x_{ij}\} - x_{ij}}{\max_j \{x_{ij}\} - \min_j \{x_{ij}\}}. \quad (3)$$

Второй шаг – расчет оценочного значения f_{ij} методом удельного веса:

$$f_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{j=1}^n r_{ij}}, (i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n). \quad (4)$$

Третий шаг – расчет выходной энтропии H и коэффициента разности G_j -го индекса:

$$H_j = -k \sum_{j=1}^n f_{ij} \ln f_{ij}, j=1,2,\dots,n, \quad (5)$$

$$k = \frac{1}{\ln m}, \quad (6)$$

$$G_j = 1 - H_j, j=1,2,\dots,n. \quad (7)$$

Четвертый шаг – расчет веса каждого индикатора:

$$w = \frac{G_j}{\sum_{j=1}^n G_j}, j=1,2,\dots,n. \quad (8)$$

В математике различают модели DEA, ориентированные на ввод, и модели DEA, ориентированные на вывод. Модель, ориентированная на ввод, используется для минимизации ввода без изменения количества выпуска. Модель DEA, ориентированная на результат, используется для максимизации выпуска без изменения входных факторов. С точки зрения устойчивого развития предпочтительна модель, способствующая увеличению объема инвестиций.

Разработанный инструментарий определения наиболее важных факторов, формирующих и определяющих устойчивое развитие предприятий

минерально-сырьевого комплекса, дает возможность оптимизировать антикризисные меры и спланировать развитие предприятия при разработке месторождений полезных ископаемых. Рекомендуемая методика, основанная на учете энтропийного веса, может быть продуктивно использована предприятиями минерально-сырьевого комплекса.

Таблица 1

Преимущества и недостатки методов расчета важности влияющих факторов

Table 1

Advantages and disadvantages of the methods for analyzing the importance awareness of affecting factors

Основа	Сильные стороны	Слабые стороны
Аналитическая иерархия процессов	Органическое сочетание качественных и количественных методов требует меньше количественных данных и информации	Недостаточность количественных данных и избыточность качественных данных не позволяют в полной мере обосновать полученный результат
Теория приближенных множеств	Какой-либо другой информации, кроме набора данных, не требуется. Описание и обработка неопределенности относительно точна	Отсутствие механизма работы с неточными или недостоверными исходными данными. Слишком упрощенное описание «расплывчатых» концепций
Модель, состоящая из множества деревьев решений	По сравнению с другими алгоритмами, дерево решений характеризуется чрезвычайно высокой точностью прогнозирования, позволяет обрабатывать большие массивы данных. Для данных большой размерности нет необходимости вычитать переменные или фильтровать оценки, сгенерированные внутри модели	Классификация небольшого количества наборов данных не гарантирует получения хороших результатов. Скорость выполнения расчетов выше, чем у алгоритма Boosting, применяемого главным образом для уменьшения погрешности оценки, но намного медленнее, чем при использовании модели с одним деревом решений

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. *Козырев А.Н.* Экономика интеллектуальной собственности: измерения, мифология, математические модели // Вестник Российской академии наук. 2015. Т. 85. № 9. С. 776–784.
URL: <http://www.labrate.ru/20150331/kozyrev-report-23-12-2014.pdf>
2. *Смирнов С.Н., Полиматиди И.В.* Гарантированный детерминистский подход к маржированию на срочном рынке // Экономика и

- математические методы. 2021. Т. 57. № 2. С. 96–105.
URL: <https://doi.org/10.31857/S042473880014918-8>
3. *Мясоедов А.И.* Применение математических методов в экономике: специфика, проблемы, перспективы // *Beneficium*. 2020. № 3. С. 35–47.
URL: [https://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2020.3\(36\).35-47](https://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2020.3(36).35-47)
 4. *Белых В.В.* Математическая модель выручки предприятия в условиях неопределенности спроса // *Экономика и математические методы*. 2020. Т. 56. № 1. С. 100–113. URL: <https://doi.org/10.31857/S042473880008560-5>
 5. *Блум Н.* Изменчивость уровня неопределенности в экономике // *Вопросы экономики*. 2016. № 4. С. 30–55.
URL: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2016-4-30-55>
 6. *Субботин А.В.* Моделирование волатильности: от условной гетероскедастичности к каскадам на множественных горизонтах // *Прикладная эконометрика*. 2009. № 3. С. 94–138.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-volatilnosti-ot-uslovnoy-geteroskedastichnosti-k-kaskadam-na-mnozhestvennyh-gorizontah/viewer>
 7. *Птускин А.С.* Энтропийный метод анализа данных для процедуры определения наилучших доступных технологий // *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки*. 2018. Т. 11. № 3. С. 203–212.
URL: <https://doi.org/10.18721/JE.11318>
 8. *Петров А.А., Поспелов И.Г.* Математические модели экономики России // *Вестник Российской академии наук*. 2009. Т. 79. № 6. С. 492–506.
URL: http://library.vscs.ac.ru/Files/articles/1253183563МАТЕМАТИЧЕСКИЕ%20МОДЕЛИ%20ЭКОНОМИКИ_VESTNIK%20РАН%206_2009.PDF
 9. *Айвазян С.А., Березняцкий А.Н., Бродский Б.Е.* Макроэкономическое моделирование российской экономики // *Прикладная эконометрика*. 2017. № 3. С. 5–27.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/makroekonomicheskoe-modelirovanie-rossiyskoy-ekonomiki/viewer>
 10. *Иващенко С.М.* Экономическая политика России: модель с дискреционной политикой или с инструментальными правилами //

Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. 2018. Т. 34. Вып. 1. С. 149–172. URL: <https://doi.org/10.21638/11701/spbu05.2018.108>

11. *Yan Deng, Guiwu Su, Na Gao, Lei Sun*. Investigation and Analysis of the Importance Awareness of the Factors Affecting the Earthquake Emergency and Rescue in Different Areas: A Case Study of Yunnan and Jiangsu Provinces. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2017, vol. 25, pp. 163–172. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2017.09.017>
12. *Farrell M.J.* The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of Royal Statistical Society. Series A: General*, 1957, vol. 120, no. 3, pp. 253–290. URL: <https://doi.org/10.2307/2343100>
13. *Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E.* Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 1978, vol. 2, iss. 6, pp. 429–444. URL: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

pISSN 2073-2872
eISSN 2311-875X

Sustainable Development of Economy

A DATA ANALYSIS TO DETERMINE THE DEGREE OF IMPACT OF FACTORS ON THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE MINERAL RESOURCES SECTOR ENTERPRISES: THE ENTROPY METHOD

Viktor M. ZAERNYUK ^a,
Chang CHI ^{b,*}

^a Russian State Geological Prospecting University (MGPI-RSGPU),
Moscow, Russian Federation
zvm4651@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3669-0907>

^b Russian State Geological Prospecting University (MGPI-RSGPU),
Moscow, Russian Federation
282694629@qq.com
<https://orcid.org/0000-0002-7149-8323>

* Corresponding author

Article history:

Article No. 100/2022
Received 28 Feb 2022
Received in revised
form 18 April 2022
Accepted 10 May 2022
Available online
15 June 2022

JEL classification:

O13, Q52

Keywords: mineral
resources, econometric
model, economic
efficiency, raw data
normalization

Abstract

Subject. This article deals with the issues of sustainable development of the mineral resources sector of the Russian Federation.

Objectives. The article aims to select a method for assessing the impact of various factors on the economic performance of enterprises of the mineral resources sector.

Methods. For the study, we used the mathematical analysis.

Results. The article finds that the method of entropic weight makes it possible to objectively weigh the various factors affecting the effective feature.

Conclusions. The method of entropic weight is optimal for assessing the economic efficiency of the development of mineral deposits.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2022

Please cite this article as: Zaernyuk V.M., Chi C. A Data Analysis to Determine the Degree of Impact of Factors on the Sustainable Development of the Mineral Resources Sector Enterprises: The Entropy Method. *National Interests: Priorities and Security*, 2022, vol. 18, iss. 6, pp. 1188–1200.
<https://doi.org/10.24891/ni.18.6.1188>

References

1. Kozyrev A.N. [The economics of intellectual property: measurements, mythology, and mathematical models]. *Vestnik Rossiiskoi akademii nauk = Herald of the Russian Academy of Sciences*, 2015, vol. 85, iss. 9, pp. 776–784. URL: <http://www.labrate.ru/20150331/kozyrev-report-23-12-2014.pdf> (In Russ.)
2. Smirnov S.N., Polimatidi I.V. [A guaranteed deterministic approach to margining on exchange-traded derivatives market]. *Ekonomika i matematicheskie metody = Economics and Mathematical Methods*, 2021, vol. 57, iss. 2, pp. 96–105. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.31857/S042473880014918-8>
3. Myasoedov A.I. [Application of mathematical methods in economics: specifics, issues, prospects]. *Beneficium*, 2020, no. 3, pp. 35–47. (In Russ.)
URL: [https://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2020.3\(36\).35-47](https://doi.org/10.34680/BENEFICIUM.2020.3(36).35-47)
4. Belykh V.V. [A mathematical model of company revenue amid demand uncertainty]. *Ekonomika i matematicheskie metody = Economics and Mathematical Methods*, 2020, vol. 56, iss. 1, pp. 100–113. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.31857/S042473880008560-5>
5. Bloom N. [Fluctuations in uncertainty]. *Voprosy Ekonomiki*, 2016, no. 4, pp. 30–55. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2016-4-30-55>
6. Subbotin A.V. [Volatility models: from conditional heteroscedasticity to cascades at multiple horizons]. *Prikladnaya ekonometrika = Applied Econometrics*, 2009, no. 3, pp. 94–138.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-volatilnosti-ot-uslovnoy-geteroskedastichnosti-k-kaskadam-na-mnozhestvennyh-gorizontah/viewer> (In Russ.)
7. Ptuskin A.S. [The entropy method of data analysis for the procedure of determining the best available technologies]. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ekonomicheskie nauki = St. Petersburg State Polytechnic University Journal. Economics*, 2018, vol. 11, iss. 3, pp. 203–212. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.18721/JE.11318>
8. Petrov A.A., Pospelov I.G. [Mathematical models of the Russian economy]. *Vestnik Rossiiskoi akademii nauk = Herald of the Russian Academy of Sciences*, 2009, vol. 79, iss. 6, pp. 492–506.

URL: http://library.vscs.ac.ru/Files/articles/1253183563MATEMATICESKIE%20MODELI%20EKONOMIKI_VESTNIK%20RAN%206_2009.PDF
(In Russ.)

9. Aivazian S.A., Berezhnyatsky A.N., Brodsky B.E. [Macroeconomic modeling of the Russian economy]. *Prikladnaya ekonometrika = Applied Econometrics*, 2017, no. 3, pp. 5–27.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/makroekonomicheskoe-modelirovanie-rossiyskoy-ekonomiki/viewer> (In Russ.)
10. Ivashchenko S.M. [Russian economic policy: A model with discretionary policy or policy rules]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ekonomika = St. Petersburg University Journal of Economic Studies*, 2018, vol. 34, iss. 1, pp. 149–172. (In Russ.)
URL: <https://doi.org/10.21638/11701/spbu05.2018.108>
11. Yan Deng, Guiwu Su, Na Gao, Lei Sun. Investigation and Analysis of the Importance Awareness of the Factors Affecting the Earthquake Emergency and Rescue in Different Areas: A Case Study of Yunnan and Jiangsu Provinces. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2017, vol. 25, pp. 163–172. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2017.09.017>
12. Farrell M.J. The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of Royal Statistical Society. Series A: General*, 1957, vol. 120, no. 3, pp. 253–290.
URL: <https://doi.org/10.2307/2343100>
13. Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 1978, vol. 2, iss. 6, pp. 429–444. URL: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.