УДК 330.4:519.8:502/504:65.01
JEL: C02, C6, Q57, L00

DOI: <http://dx.doi.org/10.21202/1993-047X.13.2019.2.1184-1191>

А. С. ПТУСКИН¹,
Ю. М. ЖУКОВА¹

¹ Калужский филиал Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана,
г. Калуга, Россия

НЕЧЕТКАЯ МОДЕЛЬ ВЫБОРА КОМБИНАЦИИ ОПЕРАЦИЙ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ НАИЛУЧШЕЙ ДОСТУПНОЙ ТЕХНОЛОГИИ*

Контактное лицо:

Птускин Александр Соломонович, доктор экономических наук, профессор,
Калужский филиал МГТУ им Н. Э. Баумана

Адрес: 248000, г. Калуга, ул. Баженова, 2, тел.: +7 (4842) 74-40-32

E-mail: aptuskin@mail.ru

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1192-5506>

Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/G-8793-2013>

Жукова Юлия Михайловна, кандидат технических наук, доцент, Калужский филиал
МГТУ им Н. Э. Баумана

Адрес: 248000, г. Калуга, ул. Баженова, 2, тел.: +7 (4842) 74-40-32

E-mail: dazhfl@mail.ru

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2799-3909>

Цель: моделирование механизма минимизации обобщенных эксплуатационных затрат предприятия за счет комбинации операций технологий, допустимых по экологическим ограничениям.

Методы: при построении модели используются методы нечеткого математического программирования.

Результаты: современные принципы регулирования деятельности промышленных предприятий, оказывающих существенное негативное влияние на окружающую среду, основаны на применении концепции наилучших доступных технологий, стимулирующей развитие инновационных «зеленых» технологий. Ввиду сложности и многоаспектности проблемы идентификации наилучшей из конкурирующих альтернативных технологий разработка моделей и методов оценки альтернативных вариантов является актуальной задачей. В статье разработана модель выбора комбинации операций различных допустимых по экологическим ограничениям технологий для минимизации обобщенных эксплуатационных затрат предприятия при обеспечении разрешенного уровня негативного воздействия на окружающую среду, которая в ряде случаев позволяет осуществлять выбор, более эффективный как в экологическом, так и в экономическом плане.

Научная новизна: в отличие от существующих моделей выбора, которые априори идентифицируют единственную технологию, предложенная модель позволяет расширить множество доступных альтернатив, в число которых входят не только базовые технологии, но и комбинации операций различных технологий.

Практическая значимость: модель позволяет предприятиям реализовать оптимальный выбор наилучшей доступной технологии в экологически и экономически конфликтных ситуациях.

Ключевые слова: экономика и управление народным хозяйством; экология; наилучшие доступные технологии; экономико-математические модели

Благодарность: работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Калужской области (проект № 18–410–400001). Авторы признательны анонимному эксперту за конструктивные замечания и предложения, которые позволили существенно улучшить представленный в статье материал.

Конфликт интересов: авторами не заявлен.

* Статья написана в рамках подготовки доклада на Международную научно-практическую конференцию «Системная экономика, социально-экономическая кибернетика и мягкие измерения в экономике – 2019».

Как цитировать статью: Птускин А. С., Жукова Ю. М. Нечеткая модель выбора комбинации операций при определении наилучшей доступной технологии // Актуальные проблемы экономики и права. 2019. Т. 13, № 2. С. 1184–1191. DOI: <http://dx.doi.org/10.21202/1993-047X.13.2019.2.1184-1191>

A. S. PTUSKIN¹,
YU. M. ZHUKOVA¹

¹ Kaluga branch of Moscow State Technical University named after N. E. Bauman, Kaluga, Russia

FUZZY MODEL OF CHOOSING AN OPERATION COMBINATION WHEN IDENTIFYING THE BEST AVAILABLE TECHNOLOGY*

Contact:

Aleksandr S. Ptuskin, Doctor of Economics, Professor,
Kaluga branch of Moscow State Technical University named after N. E. Bauman
Address: 2 Bazhenov Str., 248000 Kaluga, tel.: +7 (4842) 74-40-32
E-mail: aptuskin@mail.ru
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1192-5506>
Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/G-8793-2013>

Yuliya M. Zhukova, PhD (Engineering), Associate Professor,
Kaluga branch of Moscow State Technical University named after N. E. Bauman
Address: 2 Bazhenov Str., 248000 Kaluga, tel.: +7 (4842) 74-40-32
E-mail: dazhf1@mail.ru
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2799-3909>

Objective: modeling the mechanism of minimizing the enterprise's integrated operating costs by combining the technological operation, permissible for environmental limitations.

Methods: fuzzy mathematical programming methods were used for the model construction.

Results: the modern principles of regulation of the industrial enterprises having a significant negative impact on the environment are based on the best available technologies conception, which stimulates the innovative "green" technologies development. In view of the complexity of identifying the best of competing alternative technologies, the development of models and methods for evaluating alternative options is an urgent task. The article presents a model for choosing the combination of various technologies admissible on ecological restrictions for minimizing the total operational costs of an enterprise when ensuring the admissible level of negative impact on the environment. In some cases it enables to make a more effective ecologically and economically choice.

Scientific novelty: in contrast to the existing models of choice, which a priori identify a single technology, the proposed model allows to expand the set of available alternatives to include not only the basic one, but also a combination of operations from different technologies.

Practical relevance: the model allows enterprises to implement the optimal choice of the best available technology in environmentally and economically conflict situations.

Keywords: Economics and national economy management; Ecology; Best available technologies; Economic and mathematical models

Acknowledgement: the research is done with the support of the Russian Foundation for Basic Research and the government of Kaluga oblast (project No. 18-410-400001). The authors are grateful to the anonymous expert for constructive remarks and suggestions, which enabled to significantly improve the paper.

Conflict of Interest: No conflict of interest is declared by the authors.

* The paper is prepared as a report for the International scientific-practical conference "Systemic economy, social-economic cybernetics and soft computing in economics – 2019".

For citation: Ptuskin A. S., Zhukova Yu. M. Fuzzy model of choosing an operation combination when identifying the best available technology, *Actual Problems of Economics and Law*, 2019, vol. 13, No. 2, pp. 1184–1191 (in Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.21202/1993-047X.13.2019.2.1184-1191>

Введение

Исследование экологических проблем научно-технического развития и решение задачи сокращения антропогенного воздействия на окружающую среду относится к приоритетным направлениям науки [1]. Процессы производства, хранения, транспортировки, использования, утилизации продукции могут произвести значительные отрицательные экологические эффекты, например, за счет выбросов в атмосферу загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ в водные объекты и почву, отходов, загрязнения окружающей среды электромагнитным и другими видами физических воздействий, истощения природных ресурсов и т. д. [2]. В связи с этим крайне важно применение методов экологического регулирования, стимулирующих развитие инновационных «зеленых» технологий. Современные принципы регулирования основаны на применении концепции наилучших доступных технологий (далее – НДТ).

НДТ определяется в ГОСТ Р 54097-2010 «Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Методология идентификации» следующим образом: «Технологический процесс, технический метод, основанный на современных достижениях науки и техники, направленный на снижение негативного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду и имеющий установленный срок практического применения с учетом экономических, технических, экологических и социальных факторов».

Целью концепции НДТ является комплексное предотвращение и контроль загрязнения, возникающего в результате промышленной деятельности. Использование соответствующих норм НДТ для выдачи комплексных разрешений на сбросы, выбросы, потребление ресурсов и размещение отходов, усиление ответственности предприятий за несоблюдение нормативов является действенным экологическим инструментом и позволяет существенно снизить негативное экологическое воздействие.

Задача определения наилучшей доступной технологии

Ключевой проблемой остается идентификация наилучших доступных технологий и соответствующих им технологических показателей [3]. Общая методология решения этой задачи, направленной на улучшение экологической результативности предприятий, включает оценку технологий в аспекте их комплексного воздействия на окружающую среду, расчет затрат на внедрение технологии, оценку и сравнение альтернативных технологий, оценку экономической целесообразности технологии в конкретной отрасли промышленности [4]. Однако эта методология носит рамочный характер и во многих случаях не обеспечивает конкретный выбор альтернативного решения.

Сравнение альтернативных технологий – это комплексная системная задача, в которой необходимо учитывать большое число экологических, технологических, экономических и социальных критериев, по которым ни одна технология не имеет явных предпочтений; учитывать воздействие технологий на различные компоненты окружающей среды, местные проблемы, экспертные оценки. Выбор наилучшей технологической альтернативы зависит от конкретных характеристик каждой проблемы, поэтому, как указано в работе [5, р. 1034], формальных инструментов поддержки анализа данных и процесса принятия решений на каждом этапе определения НДТ не существует. Однако применение оптимизационных моделей дает основу для принятия обоснованных решений. Необходимость реализации концепции НДТ для обеспечения комплексной защиты окружающей среды и отсутствие универсальных методов решения проблемы выбора наилучшей альтернативы обуславливают актуальность задачи разработки новых эффективных и надежных моделей и методов, расширения арсенала используемых инструментально-математических средств [6].

Обзор математических методов, применяемых при сравнении альтернатив и выборе лучших технологических вариантов, представлен в работе [7]. В ряде представленных в обзоре методов критерии не взвешиваются

или им назначаются равные веса, т. е. показатели сравниваются напрямую. Это возможно, если все критерии считаются одинаково важными, что не соответствует большинству реальных проблем. Весовые методы ранжирования являются предпочтительным вариантом, и в основном для определения НДТ используется методология многокритериального принятия решений [8] (см. например, [9–11]). Многокритериальные методы АНР/ANP, TOPSIS, ELECTRE, PROMETHEE, метод сумм взвешенных критериев применяются наиболее часто.

В большинстве работ, посвященных проблеме выбора НДТ, идентифицируется единственная технология, однако это может быть неэффективно как в экологическом, так и в экономическом плане. Методология оценки НДТ допускает не только оценку различных технологий, но и их комбинаций. Справочники не предписывают использовать определенную технологию, но указывают значения допустимых выбросов, диапазон величин, которые ограничивают возможные значения технологических нормативов [12], если предприятие укладывается в нормативы, то оно может получить разрешение на эти эмиссии. В реальности существуют различные методы, каждый из которых имеет преимущества с точки зрения различных характеристик, поэтому целесообразно определить, как наилучшим образом сочетать эти методы без априорного ограничения использования только одного из них [6].

В этой связи задачей данного исследования является разработка модели выбора комбинации операций различных допустимых по экологическим ограничениям технологий для минимизации обобщенных эксплуатационных затрат предприятия при обеспечении разрешенного уровня негативного воздействия на окружающую среду. Идентификация разрабатываемых в рамках проекта моделей в соответствии с принципами, предложенными Г. Б. Клейнером [13], может быть представлена следующим образом. Модели относятся к классу моделей экономического объекта. Объектом моделирования являются технологии, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду. Цель построения моделей состоит в определении комбинации операций различных технологий, обеспечивающих наилучшее сочетание критериев достижения целей охраны окружающей среды и минимизирующих обобщенные эксплуатационные затраты предприятия. Применяемый математический аппарат – методы нечеткого математического программирования.

Результаты исследования

Выбор комбинации операций различных технологий

Далее мы рассматриваем задачу выбора комбинации операций различных технологий с целью минимизировать обобщенные эксплуатационные затраты предприятия. Имеется набор допустимых технологий, в которых некоторые операции могут иметь альтернативные варианты. Например, при подготовке поверхности перед нанесением покрытий в гальванохимическом производстве возможно использование электролитических или химических процессов. В этом случае один из основных подпроцессов может иметь три варианта реализации, как это показано на рисунке.

Варианты реализации подпроцессов*

* Источник: составлено авторами.

Variants of subprocesses implementation*

* Source: compiled by the authors.

Схемы альтернативных вариантов технологий можно представить в виде ориентированных графов с вершинами, соответствующими отдельным операциям. Причем множество маршрутов графа включает маршруты заданных исходных технологий и представляющие комбинации операций различных технологий. Необходимо выбрать маршрут, вклю-

чающий операции с минимальными суммарными эксплуатационными затратами и удовлетворяющий условиям по неперевышению допустимых выходных потоков.

Для каждой операции определены эксплуатационные затраты и перечни негативного воздействия на окружающую среду (выходные потоки). Так, выходные потоки при подготовке поверхности перед нанесением покрытий в гальванохимическом производстве включают сбросы (сточные воды, отработанные растворы и электролиты), твердые отходы (отработанные фильтры, отходы упаковки, пыль, обрезки фольги, фоторезист и др.), выбросы в воздух (H_2 , HCl , HF , NO_x , CrO_x , PH_3 , HCN и другие вещества, пыль, аэрозоли), пастообразные отходы (отходы полировальных паст, шламы гальванических ванн и очистных сооружений).

Эксплуатационные затраты и затраты на техобслуживание приведены в справочном документе [4] и включают затраты на энергоносители, на материалы и услуги, на оплату труда, расходы на ремонт и т. д. [14]. Капитальные затраты учитываются за счет амортизационных отчислений. Кроме того, в случае различий значений по альтернативным вариантам целесообразно учитывать изменение доходов и предотвращенных издержек.

Модель выбора комбинации операций

Параметры технологических процессов не могут быть определены однозначно. При их оценке необходимо учитывать трудно формализуемые, нечеткие входные данные, мнения и суждения экспертов [15]. Работа [16] подтверждает продуктивность использования нечеткой логики для многокритериального выбора НДТ. Этот подход использован в ряде статей, обзор которых представлен в [8]. Адекватное представление значений эксплуатационных затрат нечеткими числами обосновано в работе [14, с. 280], а величин выходных потоков – в [17, с. 209]. Для определения функций принадлежности нечетких чисел могут быть использованы результаты публикации [18]. Носителями функции принадлежности нечетких чисел являются интервалы с границами, заданными пессимистическими и оптимистическими оценками. Используются треугольные функции принадлежности, вполне пригодные для описания неопределенности и удобные для выполнения всех необходимых операций с нечеткими числами. Значение базовой

переменной с максимальным значением функции принадлежности определяется экспертно.

Введем следующие обозначения:

p – количество всех операций в графе;

$S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$ – множество маршрутов заданных исходных технологий; n – количество таких маршрутов;

$K = \{K_1, K_2, \dots, K_m\}$ – множество маршрутов, представляющих комбинации операций различных технологий; m – количество таких маршрутов;

каждый маршрут S_i ; $i = 1, \dots, n$ и K_j ; $j = 1, \dots, m$ представляет упорядоченное множество операций;

v – количество выходных потоков;

r_{uw} – нечеткая оценка выходного потока w для операции u ; $u = 1, \dots, p$; $w = 1, \dots, v$;

c_u – нечеткая оценка эксплуатационных затрат для операции u ; $u = 1, \dots, p$.

Все исходные технологии обеспечивают разрешенные значения выходных потоков. Для каждого маршрута S_i из множества S определим суммарные значения каждого потока w по всем операциям u , принадлежащим маршруту:

$$R_{iw} = \sum_u (r_{uw} | u \in S_i); w = 1, \dots, v; i = 1, \dots, n.$$

Определим для каждого потока w максимально допустимое значение:

$$R_w^{\max} = \max \{R_{iw}\}; i = 1, \dots, n.$$

Таким же образом для каждого маршрута K_j из множества K определим суммарные значения каждого потока w по всем операциям, принадлежащим маршруту:

$$R_{jw} = \sum_u (r_{uw} | u \in K_j); w = 1, \dots, v; j = 1, \dots, m.$$

Для любого варианта комбинаций технологий суммарные по всем операциям значения каждого из выходных потоков w не должны превышать величину $R_w^{\max}$.

Суммарные эксплуатационные затраты каждого из маршрутов:

$$C_l = \sum_u (c_u | u \in S_l \cup K_l); l = 1, \dots, n + m.$$

Для каждого маршрута l ; $l = 1, \dots, n + m$ введем переменную x_l , которая принимает значение $x_l = 1$, если маршрут выбран оптимальным, и $x_l = 0$ в ином случае. Тогда модель выбора оптимального маршрута может быть представлена следующим образом:

определить все x_l ; $l = 1, \dots, n + m$, обеспечивающие минимальное значение целевой функции $\sum_l C_l x_l \rightarrow \min$, при ограничениях:

$$\sum_l R_{lw} x_l \leq R_w^{\max}; w = 1, \dots, v; l = 1, \dots, n + m;$$
$$\sum_l x_l = 1,$$

где $C_p, R_{lw}, R_w^{\max}$ – нечеткие числа. Операции с нечеткими числами приведены, например, в работах [19, р. 259; 20, р. 160–162].

Модель опробована при решении тестовых задач оценки технологических процессов подготовки поверхности перед нанесением покрытий в гальванохимическом производстве. Оптимальной может быть определена базовая технология, но в ряде случаев минимальные обобщенные эксплуатационные затраты обеспечивает вариант выбора операций различных технологий.

Выводы

В настоящей работе рассмотрен один из возможных вариантов идентификации наилучших доступных технологий с позиций предприятия, когда выбор осуществляется с учетом набора допустимых технологий, в которых операции могут иметь альтернативные варианты. Целью выбора является минимизация экс-

плуатационных затрат при обеспечении разрешенного уровня негативного воздействия на окружающую среду. Эксплуатационные затраты и величины выходных потоков адекватно представляются нечеткими числами.

Предложенная оптимизационная модель обеспечивает основу для принятия обоснованных решений. Это достигается за счет того, что в отличие от существующих моделей выбора, которые априори идентифицируют единственную технологию, расширяется множество доступных альтернатив, в число которых входят не только базовые технологии, но и комбинации операций различных технологий.

Модель не исключает, что оптимальной будет определена базовая технология, но в некоторых случаях комбинация операций различных технологий обеспечивает минимальные эксплуатационные расходы, что может быть критически важным для предприятия. Применение модели позволяет предприятиям обосновывать выбор технологии в экологически и экономически конфликтных ситуациях.

Список литературы

1. Потравный И. М., Новоселов А. Л., Новоселова И. Ю. Развитие методов экономической оценки ущерба от загрязнения окружающей среды и их практическое применение // Экономическая наука современной России. 2018. № 3. С. 35–48.
2. Levner E., Ptuskin A. Entropy-based model for the ripple effect: managing environmental risks in supply chains // International Journal of Production Research. 2018. Vol. 56. № 7. Pp. 2539–2551. DOI: 10.1080/00207543.2017.1374575
3. Наилучшие доступные технологии как инструмент промышленной и экологической политики / Т. В. Гусева, Я. П. Молчанова, М. В. Бегак, А. В. Миронов // Вестник РХТУ им. Д. И. Менделеева. Гуманитарные и социально-экономические исследования. В 2 т. Т. 2. Социально-экономические исследования. Вып. VI. 2015. С. 62–76.
4. European Commission, 2006. Integrated Pollution Prevention and Control, Reference Document on Economics and Cross-Media Effects. URL: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/ecm.html> (дата обращения: 01.02.2019).
5. Best Available Techniques: An integrated method for multicriteria assessment of reference installations / D. Evrard, J. Villot, C. Armiaou, R. Gaucher et al. // Journal of Cleaner Production. 2018. № 176. Pp. 1034–1044. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.11.234
6. Bréchet T., Tulkens H. Beyond BAT: Selecting optimal combinations of available techniques, with an example from the limestone industry // Journal of Environmental Management. 2009. Vol. 90. Pp. 1790–1801. DOI: 10.1016/j.jenvman.2008.11.012
7. Ibáñez-Forés V., Bovea M. D., Pérez-Belis V. A holistic review of applied methodologies for assessing and selecting the optimal technological alternative from a sustainability perspective // Journal of Cleaner Production. 2014. Vol. 70. Pp. 259–281. DOI: 10.1016/j.jclepro.2014.01.082
8. Птускин А. С., Левнер Е. В., Жукова Ю. М. Многокритериальная модель определения наилучшей доступной технологии при нечетких исходных данных // Вестник Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана. Серия: Машиностроение. 2016. № 6 (111). С. 105–127.
9. Giner-Santonja G., Aragonés-Beltrán P., Niclós-Ferragut J. The application of the analytic network process to the assessment of best available techniques // Journal of Cleaner Production. 2012. № 25. Pp. 86–95. DOI: 10.1016/j.jclepro.2011.12.012
10. Mofarrah A., Husain T., Hawboldt K. Decision making for produced water management: an integrated multi-criteria approach // International Journal of Environmental Technology and Management. 2013. Vol. 16. Pp. 102–128. DOI: 10.1504/ijetm.2013.050674
11. Streimikiene D., Balezentis T., Krisciukaitien I., Balezentis A. Prioritizing sustainable electricity production technologies: MCDM approach // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2012. Vol. 16. № 5. Pp. 3302–3311. DOI: 10.1016/j.rser.2012.02.067

12. Бегак М. В., Гусева Т. В. О применении наилучших доступных технологий в очистке сточных вод в Европейском союзе // Чистая вода: проблемы и решения. 2011. № 1–2. С. 50–54.
13. Клейнер Г. Б. Экономико-математическое моделирование и экономическая теория // Экономика и математические методы. 2001. Т. 37. № 3. С. 111–126.
14. Птускин А. С. Анализ экономической целесообразности внедрения предприятием наилучшей доступной технологии // Управленческие науки в современном мире. 2018. Т. 1. № 1. С. 278–282.
15. Птускин А. С. Ранжирование инвестиционных проектов по уровню риска с использованием лингвистического подхода // Экономическая наука современной России. 2003. № 3. С. 94–101.
16. Herva M., Roca E. Review of combined approaches and multi-criteria analysis for corporate environmental evaluation // Journal of Cleaner Production. 2013. Vol. 39. Pp. 355–371. DOI: 10.1016/j.jclepro.2012.07.058
17. Птускин А. С. Энтропийный метод анализа данных для процедуры определения НДТ // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2018. Т. 11. № 3. С. 203–212.
18. Птускин А. С. Задача бюджетирования капитала с размытыми параметрами // Экономика и математические методы. 2005. Т. 41. № 2. С. 95–101.
19. Levner E., Meyzin L., Ptuskin A. Periodic Scheduling of a Transporting Robot under Incomplete Input Data: A Fuzzy Approach // Fuzzy Sets and Systems. 1998. Vol. 98. № 3. Pp. 255–266. DOI: 10.1016/s0165-0114(96)00387-9
20. Lin F.-T., Yao J.-S. Using fuzzy numbers in knapsack problems // European Journal of Operational Research. 2001. № 135. Pp. 158–176. DOI: 10.1016/s0377-2217(00)00310-6

References

1. Potravnyi I. M., Novoselov A. L., Novoselova I. Yu. Developing the methods of economic estimation of damage due to environment pollution and their practical application, *Ekonomicheskaya nauka sovremennoi Rossii*, 2018, No. 3, pp. 35–48 (in Russ.).
2. Levner E., Ptuskin A. Entropy-based model for the ripple effect: managing environmental risks in supply chains, *International Journal of Production Research*, 2018, Vol. 56, No. 7, pp. 2539–2551. DOI: 10.1080/00207543.2017.1374575
3. Guseva T. V., Molchanova Ya. P., Begak M. V., Mironov A. V. The best available technologies as a tool of industrial and environmental policy, *Vestnik RKhTU im. D. I. Mendeleeva. Gumanitarnye i sotsial'no-ekonomicheskie issledovaniya*, in 2 vol., Vol. 2. *Sotsial'no-ekonomicheskie issledovaniya*, Is. VI, 2015, pp. 62–76 (in Russ.).
4. European Commission, 2006. *Integrated Pollution Prevention and Control, Reference Document on Economics and Cross-Media Effects*, available at: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/ecm.html> (access date: 01.02.2019).
5. Evrard D., Villot J., Armiaou C., Gaucher R., Bouhrizi S., Laforest V. Best Available Techniques: An integrated method for multicriteria assessment of reference installations, *Journal of Cleaner Production*, 2018, No. 176, pp. 1034–1044. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.11.234
6. Bréchet T., Tulkens H. Beyond BAT: Selecting optimal combinations of available techniques, with an example from the limestone industry, *Journal of Environmental Management*, 2009, Vol. 90, pp. 1790–1801. DOI: 10.1016/j.jenvman.2008.11.012
7. Ibáñez-Forés V., Bovea M. D., Pérez-Belis V. A holistic review of applied methodologies for assessing and selecting the optimal technological alternative from a sustainability perspective, *Journal of Cleaner Production*, 2014, Vol. 70, pp. 259–281. DOI: 10.1016/j.jclepro.2014.01.082
8. Ptuskin A. S., Levner E. V., Zhukova Yu. M. Multi-criteria model to identify the best available technology under fuzzy input data, *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. N. E. Bauman*, Ser. Mashinostroenie, 2016, No. 6 (111), pp. 105–127 (in Russ.).
9. Giner-Santonja G., Aragonés-Beltrán P., Niclós-Ferragut J. The application of the analytic network process to the assessment of best available techniques, *Journal of Cleaner Production*, 2012, No. 25, pp. 86–95. DOI: 10.1016/j.jclepro.2011.12.012
10. Mofarrah A., Husain T., Hawboldt K. Decision making for produced water management: an integrated multi-criteria approach, *International Journal of Environmental Technology and Management*, 2013, Vol. 16, pp. 102–128. DOI: 10.1504/ijetm.2013.050674
11. Streimikiene D., Balezentis T., Krisciukaitien I., Balezentis A. Prioritizing sustainable electricity production technologies: MCDM approach, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2012, Vol. 16, No. 5, pp. 3302–3311. DOI: 10.1016/j.rser.2012.02.067
12. Begak M. V., Guseva T. V. On applying the best available technologies in sewage purification in the European Union, *Chistaya voda: problemy i resheniya*, 2011, No. 1–2, pp. 50–54 (in Russ.).
13. Kleiner G. B. Economic-mathematical modeling and economic theory, *Ekonomika i matematicheskie metody*, 2001, Vol. 37, No. 3, pp. 111–126 (in Russ.).
14. Ptuskin A. S. Analysis of the economic expediency of introducing the best available technology by an enterprise, *Upravlencheskie nauki v sovremennom mire*, 2018, Vol. 1, No. 1, pp. 278–282 (in Russ.).

15. Ptuskin A. S. Ranking investment projects by risk level using linguistic approach, *Ekonomicheskaya nauka sovremennoi Rossii*, 2003, No. 3, pp. 94–101 (in Russ.).
16. Herva M., Roca E. Review of combined approaches and multi-criteria analysis for corporate environmental evaluation, *Journal of Cleaner Production*, 2013, Vol. 39, pp. 355–371. DOI: 10.1016/j.jclepro.2012.07.058
17. Ptuskin A. S. Entropy method of data analysis for the procedure of the best available technologies identification, *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskie nauki*, 2018, Vol. 11, No. 3, pp. 203–212 (in Russ.).
18. Ptuskin A. S. The problem of budgeting capital with fuzzy parameters, *Ekonomika i matematicheskie metody*, 2005, Vol. 41, No. 2, pp. 95–101 (in Russ.).
19. Levner E., Meyzin L., Ptuskin A. Periodic Scheduling of a Transporting Robot under Incomplete Input Data: A Fuzzy Approach, *Fuzzy Sets and Systems*, 1998, Vol. 98, No. 3, pp. 255–266. DOI: 10.1016/s0165-0114(96)00387-9
20. Lin F.-T., Yao J.-S. Using fuzzy numbers in knapsack problems, *European Journal of Operational Research*, 2001, No. 135, pp. 158–176. DOI: 10.1016/s0377-2217(00)00310-6

Дата поступления / Received 10.02.2019

Дата принятия в печать / Accepted 23.04.2019

Дата онлайн-размещения / Available online 25.06.2019

© Птускин А. С., Жукова Ю. М., 2019

© Ptuskin A. S., Zhukova Yu. M., 2019

Валиева, Л. М.

Влияние кредитной активности банков на формирование экономики общественного благосостояния современной России / Л. М. Валиева, С. В. Полторыхина, И. И. Стяжкин и др. – Казань: Изд-во «Познание» Казанского инновационного университета, 2018. – 144 с.

В монографии рассмотрены проблемы кредитной активности банков как фактора формирования экономики общественного благосостояния в условиях современной России. Определены особенности системного поведения банков в сфере кредитования в условиях нестабильности социально-экономического развития, и выявлено воздействие институциональной среды на формирование экономики общественного благосостояния. На основе оценки состояния системы банковского кредитования в современных условиях выявлены факторы, определяющие кредитную активность банков, дана оценка кредитной активности банков во влиянии на экономику общественного благосостояния. Показаны основные направления развития кредитной активности банков, и спрогнозированы изменения показателей экономики благосостояния с учетом динамики ключевых индикаторов кредитной активности банков.

Предназначена для студентов, аспирантов экономических специальностей, преподавателей экономических дисциплин, а также всех интересующихся проблемами кредитной активности банков и экономики благосостояния России.