

УДК 33

DOI: 10.34670/AR.2020.92.12.040

Применение интеллектуальных систем для экономически обоснованного выбора наилучших доступных технологий

Панова Светлана Анатольевна

Доктор технических наук, профессор,
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,
125993, Российская Федерация, Москва, Ленинградский просп., 49;
e-mail: SAPanova@fa.ru

Персидский Павел Сергеевич

Технический директор,
Nord Stream 2 AG,
6300, Швейцария, Цуг, Баарерстрассе 52;
e-mail:ppersidsskiy@gmail.com

Аннотация

Переход российской промышленности на наилучшие доступные технологии является ключевой задачей российской экономики. Решение этой важнейшей задачи позволит обеспечить российским предприятиям фундаментальную конкурентоспособность, основанную на системном решении экономических, экологических и социальных проблем с использованием наилучших доступных технологий производства промышленной продукции. В статье предложена методика выбора наилучшей доступной технологии из числа упомянутых в соответствующих информационно-технологических справочниках, позволяющая учесть особенности конкретного предприятия. Методика основана на методе анализа иерархий и функциональном моделировании и включает в себя базу данных технологических проектов, а также модуль формирования группы экспертов, модуль принятия управленческих решений и модуль формирования критериев.

Для цитирования в научных исследованиях

Панова С.А., Персидский П.С. Применение интеллектуальных систем для экономически обоснованного выбора наилучших доступных технологий // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2019. Том 9. № 12А. С. 99-107. DOI: 10.34670/AR.2020.92.12.040

Ключевые слова

Наилучшие доступные технологии, национальные проекты, методика выбора наилучшей доступной технологии, метод анализ иерархий, функциональное моделирование.

Введение

На сегодня задачи цифровизации экономики, в том числе разработка и применение искусственного интеллекта, электронный документооборот, роботизация управления промышленными предприятиями и комплексами, т.е. информатизация всех сфер выдвигается на передний план решения научных и технических макро- и микроэкономических проблем. При этом одной из важных задач, особенно актуальной на первом этапе цифровой революции, является построение интеллектуальных систем, включающих в контур управления человеческие ресурсы. Следует отметить, что на сегодня основное внимание в этой области уделяется финансовой сфере и сфере услуг и несколько отстает задача цифровизации промышленности, построение локальных и глобальных систем управления отраслями, комплексами и отдельными предприятиями. На сегодня несмотря на все долговременные планы и проекты, сформулированные за последние годы Правительством страны, наша экономика продолжает оставаться ресурсоориентированной со значительной долей топливно-энергетического комплекса в структуре валового продукта и экспорта с присущими ей проблемами в области экологии и энерго- и ресурсосбережения [Панова С.А., 2017].

Наилучшие доступные технологии в национальных проектах.

В последнее время правительством страны предпринимаются огромные усилия по перелому десятилетиями складывавшегося тренда. В проекте Энергетической стратегии до 2035 года, являющейся межотраслевой стратегией для совокупности отраслей энергетического сектора: нефтяная, газовая, угольная, электроэнергетическая и теплоэнергетическая отрасли, сформулированы основные цели в области борьбы с климатическими изменениями. Основные задачи связаны с внедрением системы мониторинга промышленных выбросов, развитием финансовых механизмов для интеграции ресурсов с целью сокращения вредных выбросов, стимулирование инвестиций в развитие и использование возобновляемых источников энергии, а также комплекс мероприятий по увеличению энергоэффективности [Энергетическая стратегия, [www](#)].

Поставленные задачи были конкретизированы в ряде государственных программ. Так, с начала 2019 года начата реализация 13 национальных проектов по основным направлениям развития российской экономики и социума, а одним из самых значимых национальных проектов с точки зрения решения эколого-экономических задач является Национальный проект "Экология", который включает в себя Федеральный проект «Внедрение наилучших доступных технологий» с общим объемом финансирования более 2,4 млрд. рублей [Национальные проекты, [www](#)].

Понятие «наилучшая доступная технология» (НДТ), под которой понимается технология производства, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды и экономической эффективности при условии наличия технической возможности её применения было введено законом №219-ФЗ в 2014 году [4 [www](#)]. Традиционно различают узкий и широкий подходы к реализации принципов НДТ в контексте экологической и промышленной политики (рисунок 1).

Там же были определены базовые признаки технологии, которой возможно присвоить статус «наилучшей доступной». К таковым признакам относятся:

- 1) наименьший уровень воздействия на окружающую среду;
- 2) экономическая эффективность технологии, которая рассчитывается по формуле как отношение годовых затрат на обслуживание (в рублях) к сокращению эмиссий углекислого газа (тонн в год);

Формула носит рекомендательный характер, и определяется Министерством промышленности и торговли в методических рекомендациях по внедрению НДТ [Приказ Минпромторга, www]. Однако, абсолютно очевидным является, что НДТ по своей сути инновационна и экологична.

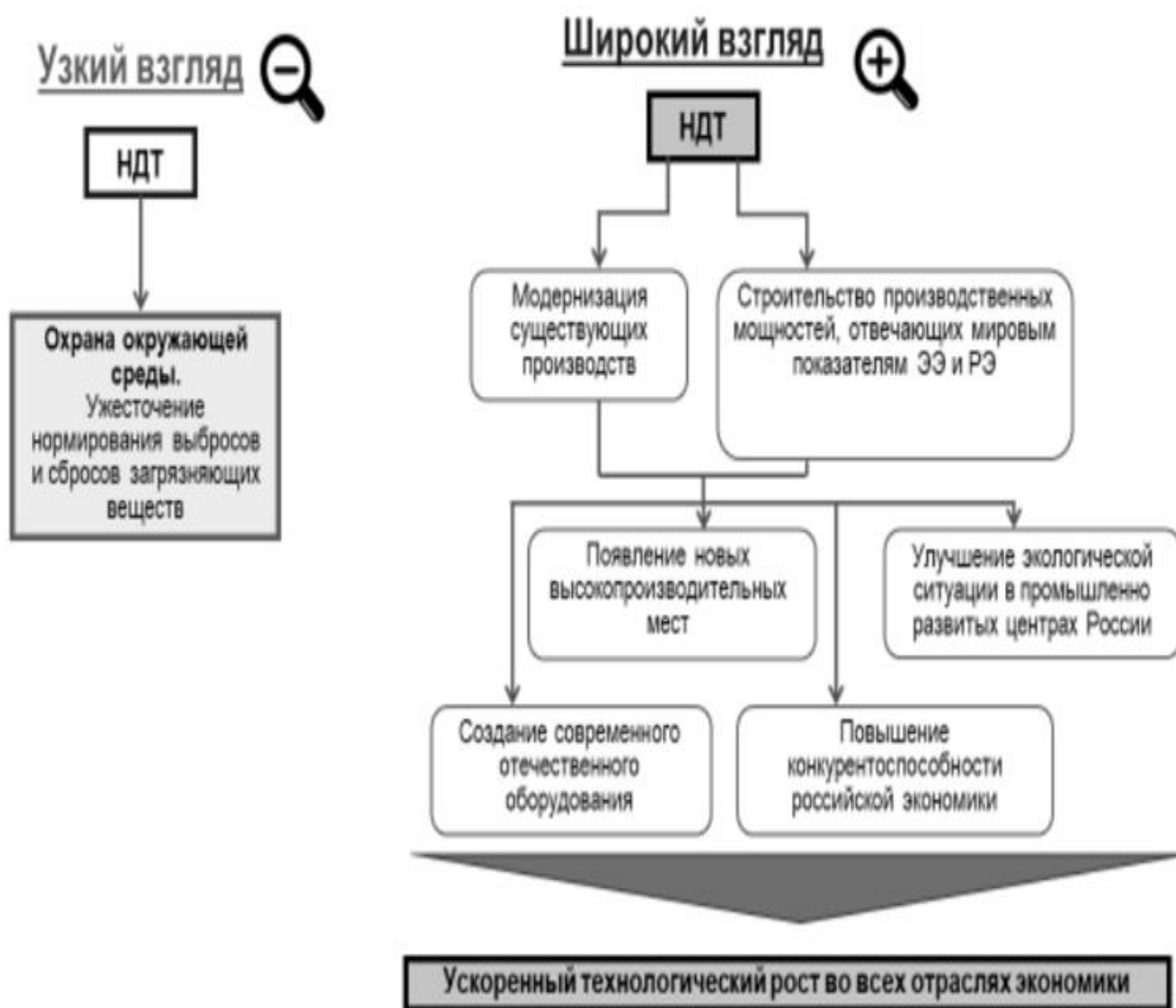


Рисунок 1 - Подходы к реализации принципов НДТ в контексте экологической и промышленной политики [Доклад, www]

Переход российской промышленности на наилучшие доступные технологии осуществляется в три этапа. На первом этапе были разработаны 51 справочник по НДТ, в 2019

году получены первые комплексные экологические разрешения, до конца 2019 года на НДТ должны перейти 300 предприятий, оказывающих наибольшее воздействие на окружающую среду, а с 2021 года предприятия, подпадающие под категорию особого риска, должны осуществлять свою деятельность на основе НДТ.

Не менее важным является тот факт, что переход на НДТ — это долгосрочные инвестиции, которые позволяют повысить эффективность использования ресурсов, что является важнейшим фактором, обеспечивающим повышение конкурентоспособности, доступ не только к «зеленому» финансированию, но и на рынки с ограничениями по «экологическому следу» [].

Переход на НДТ потребует решения широчайшего круга задач, среди которых достаточно актуальными становятся задачи выбора НДТ среди ряда сопоставимых проектов. Очевидно, что решать это будут экспертные группы, руководствуясь методами отбора и обработки экспертной информации.

Достижение этой цели невозможно без решения эколого-экономических проблем на основе системного подхода и развития инновационной деятельности, а также инновационными по своей сущности "зелеными финансами", под которыми, в самом общем виде, понимается финансирование проектов, направленных на снижение воздействия на окружающую среду.

Методика выбора НДТ с использованием интеллектуальных систем.

Федеральный проект "Внедрение наилучших доступных технологи" предполагает привлечение внебюджетного финансирования более чем на 98%, и, очевидно, что частный инвестор крайне внимательно относится в риску реализации проектов, тесно связанных с переходом промышленности на НДТ. Фактически, речь идет о экономически и финансово обоснованном выборе НДТ, учитывающей особенности именно этого промышленного предприятия.

Нами предлагается методика, позволяющая выбрать НДТ среди ряда технологических проектов, используя методы функционального моделирования, интеллектуальную систему принятия решений и методы математического моделирования. Отметим, что методика выбора наилучшего проекта решения среди заданного ограниченного круга, давно известна. Наиболее популярным методом является метод анализа иерархий (МАИ) [Саати Т., 1989], для которого разработаны алгоритмы решения и соответствующее программное обеспечение. Однако, при этом каждый раз необходимо решать задачу выбора множества критериев оценки возможных технологий производства с технологической, экологической и экономической точек зрения. Для информационного обеспечения компьютеризации этой процедуры нами предлагается следующая многоэтапная процедура.

На первом этапе для информационной оценки решаемой задачи было проведено ее функциональное моделирование в рамках подхода структурного системного анализа SADT в графической нотации IDEF0 [Рекомендации, 2001]. Декомпозиция информационной модели системы в нотации IDEF0 приведена на рисунке 2.

Блок-схема интеллектуальной системы выбора НДТ, включающая модули формирования критериев выбора НДТ, базу данных всех доступных технологий для решения поставленной задач и модули реализации алгоритма Саати, представлена на рисунке 3.

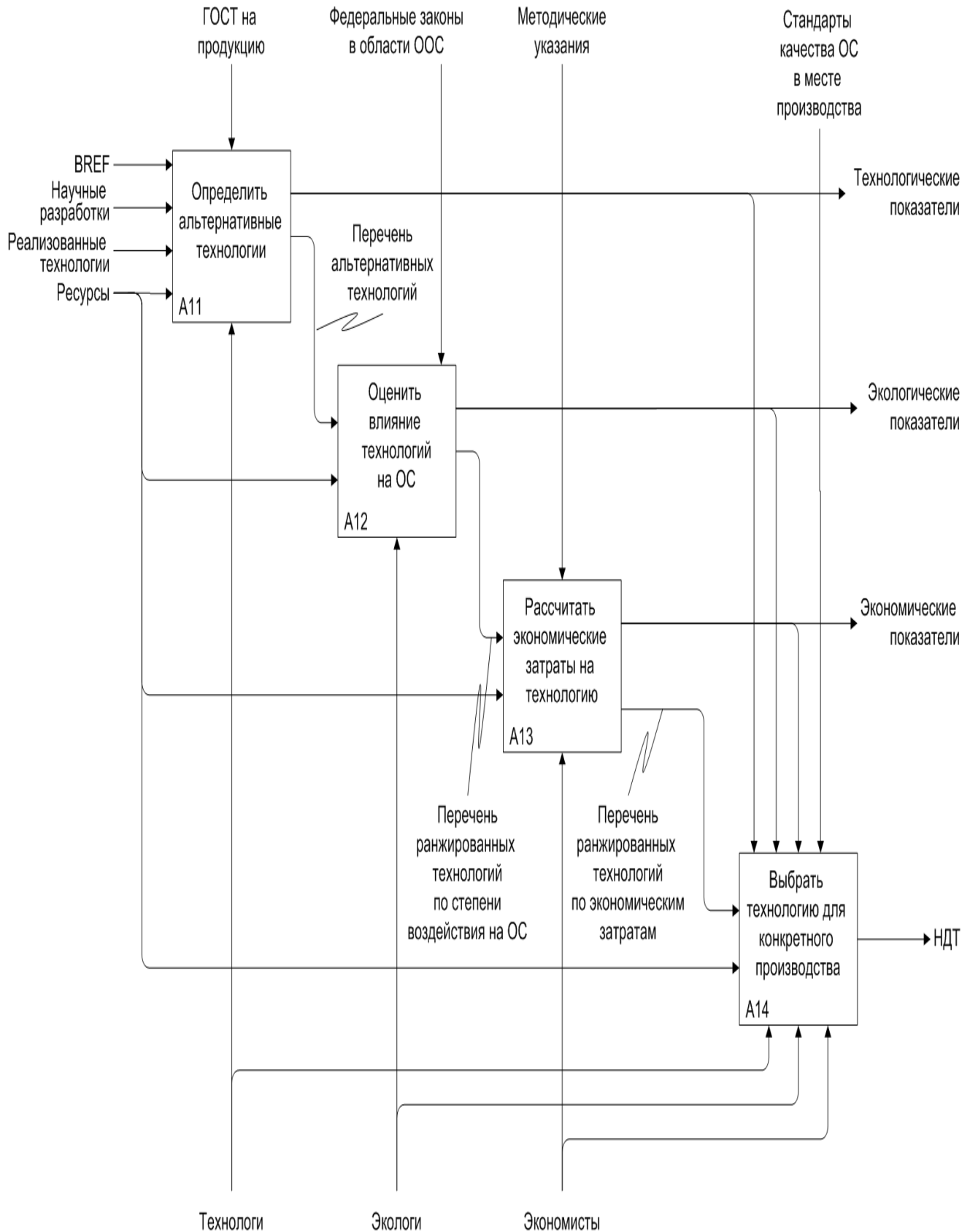


Рисунок 2 - Диаграмма функциональной модели выбора наилучшей доступной технологии в нотации IDEF0

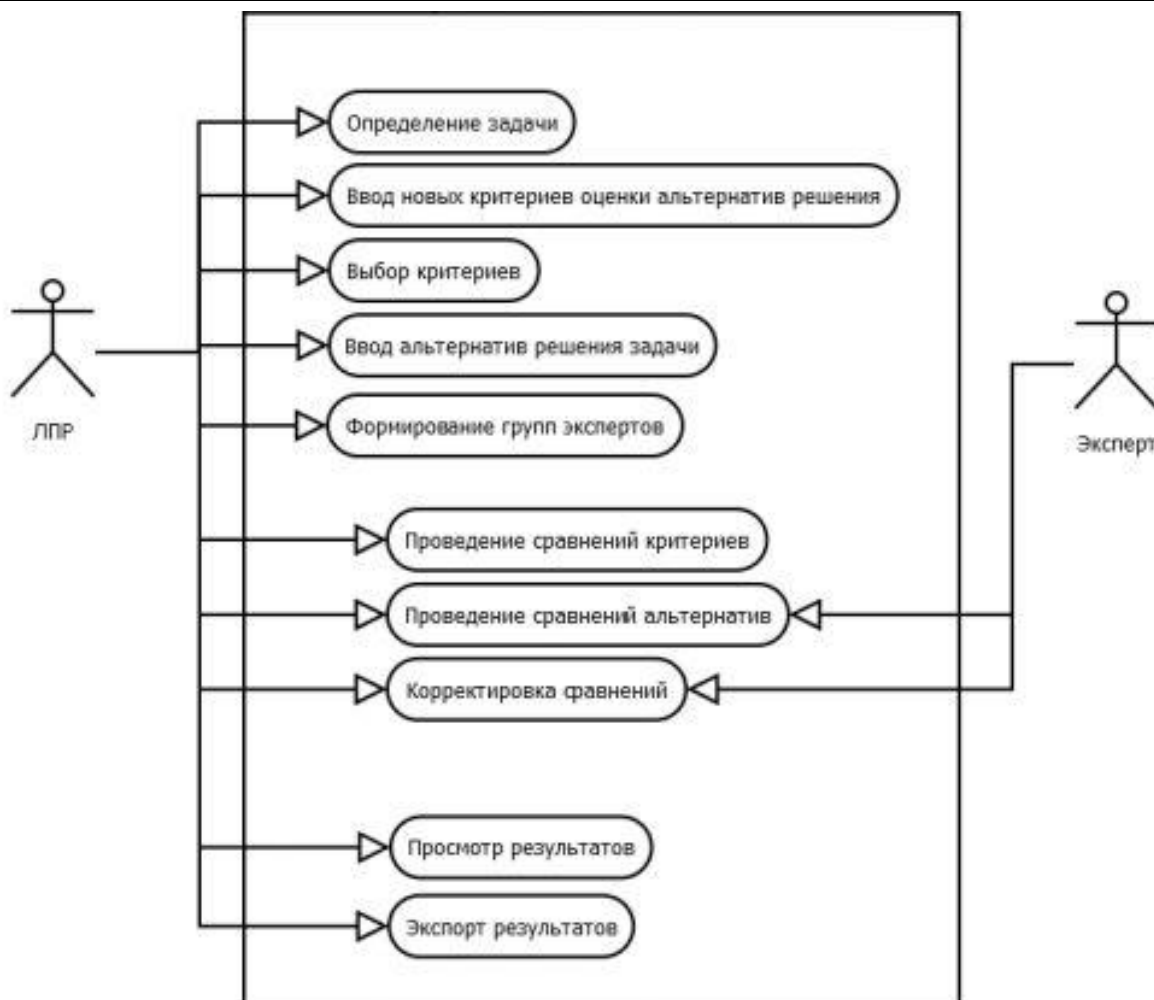


Рисунок 3 - Модель управления системой выбора наилучшей доступной технологии

На следующем шаге необходимо решить задачу выбора множества критериев оценки возможных технологий производства с технологической, экологической и экономической точек зрения. Логично выделить три первоначально независимых друг от друга кластера критериев, характеризующих технологическую, экологическую и экономическую составляющие технологии производства.

Множество критериев можно отразить кортежем:

$$G_{ГЛ} = \{ K_{\text{тех}}, K_{\text{эколог}}, K_{\text{эконом}} \},$$

где $K_{\text{тех}}$ - критерии технологические; $K_{\text{эколог}}$ - экологический критерий, показывающий экологические характеристики НДТ; $K_{\text{эконом}}$ - критерии, характеризующие экономические ресурсы, необходимые для реализации НДТ.

Технологические критерии отражают качество технологического процесса и сложность его организации. Как правило, используют как количественные, так и качественные технологические показатели. Экологические критерии выбраны в соответствии с разработанными справочниками по НДТ [Перечень, www]. Среди экономических критериев выбираются наиболее информативные в плане сравнения альтернативных технологий

производства [Тишаева И.Р., 2014]. Для реальных технологических проектов число локальных критериев может достигать нескольких десятков и даже сотен. Поэтому исходное множество выбора может быть сужено путем отбора недоминируемых или оптимальных по Эджворту-Парето вариантов. Варианты из этого множества могут претендовать на роль наилучшего или оптимального варианта, НДТ с учетом особенностей конкретного предприятия. При этом отбор этих критериев производится экспертами с использованием базы данных всех допустимых наилучших доступных технологий.

Главной задачей, которую приходится решать при принятии решения, является выбор альтернативы (под которыми понимаются сопоставляемые технологические проекты), наилучшей для достижения некоторой цели, или ранжирование множества возможных альтернатив по степени их влияния на достижение этой цели. Другими словами, оценив критерии, на следующем этапе согласно методу Саати оценивают весомость самих критериев, то есть вектор локальных приоритетов критериев показывает их относительную значимость в задаче и таким образом дает ответ на вопрос о степени преимущества одной технологии над остальными.

На рисунке 4 представлен фрагмент интеллектуальной экспертной системы, включающий основные решающие модули



Рисунок 4 - Фрагмент интеллектуальной экспертной системы принятия решений по выбору конкретной НДТ

Заключение

Проблема перехода российского производства на наилучшие доступные технологии тесно связана с реализацией федерального проекта "Внедрение наилучших доступных технологий", являющегося самым крупным в национальном проекте "Экология", рассчитанным на 5 лет, начиная с 2019 года. С использованием метода анализа иерархий и теории нечетких множеств предложена методика выбора НДТ с использованием интеллектуальных систем, учитывающая особенности конкретного предприятия. Описанная методика дает возможность учитывать

многокритериальность и неопределенность задачи, а также позволяет осуществлять выбор решений из множества вариантов по критериям, имеющим разные типы шкал измерения.

Библиография

1. Панова С.А., Сребник Б.В. Пути совершенствования финансового механизма хозяйствования //Финансовый бизнес. 2017, №3 (188), с.30-39.
2. Энергетическая стратегия России до 2035 года. URL: http://www.energystrategy.ru/ab_ins/source/ES-2035_09_2015.pdf
3. Национальные проекты 2019-2024. URL: <http://government.ru/projects/selection/741/35675/>
4. Федеральный закон от 21.07.2014 №219-ФЗ (ред. от 29.12.2014) «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации». URL:<http://docs.cntd.ru/document/420208818>
5. Приказ Министерства промышленности и торговли российской федерации от 23 августа 2019 года N 3134 "Об утверждении методических рекомендаций по определению технологии в качестве наилучшей доступной технологии". URL: <http://docs.cntd.ru/document/561106991>
6. «Зеленые финансы» в мире и России: монография / Б.Б. Рубцов, И.А. Гусева, А.И. Ильинский, И.В. Лукашенко, С.А. Панова, А.Ф. Садретдинова, С.М. Алыкова; под. ред. Б.Б. Рубцова. – М. : РУСАЙНС, 2016. – 170 с.
7. Доклад о человеческом развитии в Российской Федерации 2017. Экологические приоритеты для России // Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации. URL: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/15600.pdf>
8. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. — М.: Радио и связь, 1989. — 316 с.
9. Рекомендации по стандартизации. Р.50.1.028-2001. Методология функционального моделирования, М.: Издательство стандартов. - 2001. – 49 с.
10. Перечень информационно-технологических справочников по НДТ. URL: <http://burondt.ru/index/its-ndt.html>
11. Тишаева И.Р., Панова С.А. Системная модель наилучшей доступной технологии //Вестник МИТХТ им. М.В. Ломоносова. 2014. №5, с.83-85.

Intelligent systems for low-cost selection of the best available technologies

Svetlana A. Panova

Doctor of technical Sciences, Professor,
Financial University under the Government of the Russian Federation,
125993, 49, Leningradskii av., Moscow, Russian Federation;
e-mail: SAPanova@fa.ru

Pavel S. Persidskii

Plant Director,
2 Nord Stream AG,
6300, 52, Baarerstrasse, Zug, Switzerland;
e-mail: ppersidsskiy@gmail.com

Abstract

The transition of Russian industry to the best available technologies is a key task of the Russian economy. Solving this critical task will allow Russian companies to ensure basic competitiveness based on systematic solutions to economic, environmental and social problems using the best available industrial production technologies. The article suggests a method for selecting the best available technology from the list of information technologies mentioned in the relevant reference

books, which allows taking into account the specifics of a particular company. The methodology is based on the method of hierarchy analysis and functional modeling and includes a database of technological projects, as well as a module for forming a group of experts, a module for management decisions and criteria.

For citation

Panova S.A., Persidskii P.S. (2019) Primenenie intellektual'nykh sistem dlya ekonomicheskoi obosnovannogo vybora nailuchshikh dostupnykh tekhnologii [Intelligent systems for low-cost selection of the best available technologies]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 9 (12A), pp. 99-107. DOI: 10.34670/AR.2020.92.12.040

Keywords

Best available technologies, national projects, methodology for selecting the best available technologies, methodology for analyzing hierarchies, functional modeling.

References

1. Panova S. A., Srebnik B. V. ways to improve the financial mechanism of management financial business. 2017, no. 3 (188), Pp. 30-39.
2. Energy strategy of Russia until 2035. URL: http://www.energystrategy.ru/ab_ins/source/es-2035_09_2015.pdf
3. National projects 2019-2024 URL: <http://government.ru/projects/selection/741/35675/>
4. Federal law No. 219-FZ of 21.07.2014 (ed. from 29.12.2014) "on amendments to the Federal law" on environmental protection" and certain legislative acts of the Russian Federation". URL: <http://docs.cntd.ru/document/420208818>
5. Order of the Ministry of industry and trade of the Russian Federation of August 23, 2019 N 3134 "on approval of methodological recommendations for determining the technology as the best available technology". URL: <http://docs.cntd.ru/document/561106991>
6. "Green Finance" in the world and Russia: monograph / B. B. Rubtsov, I. A. Guseva, A. I. Ilyinsky, I. V. Lukashenko, S. A. Panova, A. F. Sadretdinova, S. M. Alykova; pod. edition author: B. B. Rubtsov. - Moscow: rusiny, 2016. - 170 p.
7. Report on human development in the Russian Federation for 2017. Environmental priorities for Russia // analytical center under the Government of the Russian Federation. URL: <http://ac.gov.ru/files/publication/a/15600.pdf>
8. Saati T. L. decision making. Method for analyzing hierarchies. Moscow: radio and communications, 1989. - 316 P.
9. Recommendations for standardization. P. 50. 1. 028-2001. Methodology of functional modeling, Moscow: publishing house of standards. - 2001. - 49 p.
10. List of information technology reference lists for them. URL: <http://burondt.ru/index/its-ndt.html>
11. Tishaeva I. R., Panova S. A. system model of the best available technology Vestnik MITHT im.n. e. Bauman.M. V. Lomonosov. 2014. No. 5, pp. 83-85.