

УДК 004:65.012.1:65.015
DOI 10.17513/snt.40301

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПРИОРИТЕТНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ В УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

¹Гоосен Е.В., ²Каган Е.С., ¹Королев М.К., ¹Никитенко С.М.

*ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения
Российской академии наук», Кемерово, e-mail: egoosen@yandex.ru, nsm-nis@mail.ru;*

²ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», Кемерово, e-mail: kaganes@mail.ru

Цель работы – разработка и апробация методики комплексной оценки приоритетности технологий на примере угольной отрасли. Выявление и оценка потенциала перспективных технологий – важное условие экономического роста и национальной энергетической безопасности страны. Для оценки потенциала был разработан алгоритм вычисления интегрального показателя применимости технологий, который на основе многомерного набора факторов и критериев позволил оценить приоритетность технологий для формирования высокотехнологических цепочек создания стоимости в угольной и смежных отраслях, способных обеспечить устойчивый рост и технологический суверенитет в условиях нечеткой входной информации (субъективных оценок экспертов). При разработке и апробации интегрального показателя использовались методы патентного анализа и нечетко-логический алгоритм поддержки принятия решений Fuzzy Analytic Hierarchy Process. Исследование проведено на примере отечественной угольной отрасли, в которой проблемы формирования технологического суверенитета стоят наиболее остро. Источниками информации послужили патентная информация, размещенная в патентно-аналитической системе Orbit Intelligence Premium edition, результаты экспертного опроса. Предлагаемая методика включает в себя пять этапов: 1) формирование патентной коллекции; 2) отбор и оценка наиболее технологически значимых патентных семейств; 3) опрос экспертов; 4) построение иерархической модели, 5) расчет интегрального показателя применимости технологий. Методика может быть использована для выявления и оценки приоритетности технологий и для других отраслей.

Ключевые слова: технологический суверенитет, патентная аналитика, нечетко-логический алгоритм поддержки принятия решений, патентная коллекция, интегральный показатель применимости технологий

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25–28–01232, <https://rscf.ru/project/25-28-01232/>.

METHODOLOGY FOR ASSESSING THE PRIORITY OF TECHNOLOGIES IN THE COAL INDUSTRY

¹Goosen E.V., ²Kagan E.C., ¹Korolev M.K., ¹Nikitenko S.M.

*¹The Federal Research Center of Coal and Coal-Chemistry of Siberian Branch
of the Russian Academy of Sciences, Kemerovo, e-mail: egoosen@yandex.ru, nsm-nis@mail.ru;*

²Kemerovo State University, Kemerovo e-mail: kaganes@mail.ru

The purpose of the work is to develop a methodology for a comprehensive assessment of priority from the standpoint of the ability to ensure the achievement of technological sovereignty via the example of the coal industry. Identification and assessment of the potential of advanced technologies is a critical condition for economic growth and national energy security. For this purpose, an algorithm was developed for calculating the integral indicator of technology applicability, which, based on a multidimensional set of factors and criteria, made it possible to assess the priority of technologies for the formation of high-tech value chains in the coal industry and related industries capable of ensuring sustainable growth and technological sovereignty of the industry, in the context of fuzzy input information (subjective expert assessments). When developing and testing integral indicator, patent analysis methods and the fuzzy-logical algorithm for decision support Fuzzy Analytic Hierarchy Process were used. The study was conducted on the example of the domestic coal industry, since the problems of forming technological sovereignty in it are most acute. The sources of information for writing the work were patent information posted in the patent-analytical system Orbit Intelligence Premium edition, the results of an expert survey. The proposed methodology includes five stages: (1) formation of a patent collection; (2) selection and evaluation of the most technologically significant patents; (3) survey of experts; (4) construction of a hierarchical model, (5) calculation of the integral indicator of technology applicability. Methodology can be used to identify and evaluate the priority of technologies and their ability to ensure the achievement of technological sovereignty not only in the coal industry, but also for a wide range of industries.

Keywords: technological sovereignty, patent analytics, patent collection, Fuzzy Analytic Hierarchy Process, integral indicator of technology applicability

The study was supported by the Russian Science Foundation grant No. 25–28–01232, <https://rscf.ru/project/25-28-01232/>.

Введение

Проблема технологической независимости и технологического суверенитета стоит на повестке еще с начала 2000 годов. Она стала особенно актуальной в период введения санкций со стороны недружественных западных стран, которые длительное время были основными поставщиками машин и оборудования для нашей страны. С целью достижения технологического суверенитета и обеспечения технологического лидерства страны реализуется концепция технологического развития на период до 2030 года, где определены цели технологического развития и некоторые передовые и критические технологии, которые предстоит развивать в первую очередь. Однако до сих пор отсутствует методика поиска и оценки их приоритетности. Поэтому научный поиск к решению этих проблем делает исследования в этой области крайне актуальными. Особенно сложно найти и оценить приоритетность внедрения технологий в таких секторах экономики, как угольная отрасль, где, по разным оценкам, доля импортного оборудования доходит до 80% [1; 2], а по некоторым позициям составляет 100%.

Для выявления приоритетных технологий, оценки перспектив и потенциальных тенденций развития все чаще используются методы патентной аналитики [3; 4]. Патентные документы предоставляют информацию для анализа инновационной активности как на уровне отдельных компаний – микроуровень, так и на уровне стран и отраслей – макро- и мезоуровень [5; 6]. Однако патентной аналитики недостаточно для комплексной оценки перспектив коммерциализации технологий на ранних стадиях внедрения. В комплексной оценке потенциала коммерциализации технологий на уровне компаний патентная аналитика дополняется SWOT-анализом, технологическим маркетингом, GAP-анализом – методом преодоления разрывов между текущим положением и целевыми результатами компании, методикой технологического аудита бизнес-процессов Linking Innovation, Finance & Technology (LIFT) и методикой технологического аудита бизнес-процессов Technology And Market Evaluation (TAME) [7]. Менее разработаны методики оценки приоритетности технологий с позиций отраслевой эффективности [8; 9], в них чаще всего обращаются к опросам экспертов. Для объективизации оценок используют методы нечеткой логики [10].

Целью данной работы является разработка и апробация методики комплексной оценки отраслевой приоритетности угольных технологий на основе патентной ана-

литики, экспертных оценок и методов нечеткой логики.

Материал и методы исследования

Для достижения поставленной цели использовались методы патентного анализа и нечетко-логический алгоритм поддержки принятия решений Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP) [11-13]. Источниками информации для написания работы послужили патентная информация, размещенная в патентно-аналитической системе Orbit Intelligence Premium edition (ПАС ОI) по всем доступным патентным ведомствам, результаты опроса 10 экспертов – специалистов в сфере технологий переработки угля.

Результаты исследования и их обсуждение

В обновленном варианте стратегии научно-технологического развития Российской Федерации технологический суверенитет определен как «способность государства создавать и применять наукоемкие технологии, критически важные для обеспечения независимости и конкурентоспособности, и иметь возможность на их основе организовать производство товаров в стратегически значимых сферах деятельности общества и государства». Для выявления таких технологий методика использует алгоритмы постепенного сужения патентной коллекции (совокупности патентных семейств), полученной на основе патентного поиска, и включает в себя следующие этапы: I этап – патентный поиск с формированием исходной патентной коллекции; II этап – отбор и оценка наиболее технологически значимых патентных семейств; III этап – опрос экспертов; IV этап – построение иерархической модели, V этап – расчет интегрального показателя применимости технологий (INT).

На первом этапе проводится процедура стандартного предметного патентного поиска на основе индексов международной патентной классификации (МПК), а если индексы МПК не известны, то по ключевым словам. Результатом является исходная патентная коллекция. Серьезным ограничением для привлечения экспертов для оценки отраслевой эффективности технологий является значительный объем данных. Поэтому одной из задач первого и второго этапов является сокращение патентной коллекции без потери ее репрезентативности. Для этого уже на первом этапе может быть проведено частичное сокращение коллекции за счет сужения предметной области, например за счет включения стоп-слов. Более подробно этот этап описан в предыдущих исследованиях авторов [14; 15].

Таблица 1

Критерии отбора данных ПАС ОI для формирования сокращенной патентной коллекции

Показатель	Описание	Диапазон измерения
Сила патента	Комплексный показатель, рассчитываемый на основе возраста патентного семейства, географического охвата правовой охраны на него, числа цитирований другими патентными документами, количества пунктов формулы, случаев правовых событий	От 0 до ∞
Возраст патентного семейства	Продолжительность правовой охраны	Количество лет, прошедших с даты первого приоритета. Чем больше возраст, тем более значимо патентное семейство
Значимость технологии	Наличие у патентного семейства правовых событий, свидетельствующих о значимости раскрываемых в них технологий: лицензирование или отчуждение прав собственности на ОИС, судебные разбирательства	Бинарная оценка: 1 – наличие событий (востребованность патентного семейства, необходимость правовой защиты) 0 – отсутствие событий
Значимость правообладателя	Способность правообладателя влиять на приоритеты научно-технологического развития	1 – ключевой игрок 0 – незначимый игрок

Источник: составлено авторами на основе данных ПАС ОI.

На втором этапе происходит отбор и оценка наиболее технологически значимых патентных семейств. Для этого используются показатели и критерии оценки патентных семейств, применяемые в патентно-аналитических системах. В данной работе использованы показатели и критерии оценки ПАС ОI: сила патента, возраст патентного семейства (совокупности патентных документов, относящихся к одному конкретному технологическому решению), значимость технологии, значимость правообладателя. Более подробное описание этих критериев приведено в таблице 1.

Сильными сторонами методики оценки приоритетности технологий, предлагаемой ПАС ОI, являются: комплексность, легкость интерпретации, автоматический расчет, учет готовности ключевых участников внедрять технологии. Однако такой подход не годится для оценки технологий, находящихся на первых стадиях развития. Он исключает из выборки «молодые патенты» и зарождающиеся технологические направления. При этом важно учитывать, что оценка «1» в двух последних показателях может свидетельствовать о качестве патентной защиты технологии, а не о ее потенциальной эффективности. Поэтому на втором этапе после автоматической оценки патентных семейств с целью ограничения доли «старых» технологий проводится корректировка коллекции и вводятся дополнительные ограничения: устанавливаются предельная сила патента и нижняя граница показателя силы патента,

предельный возраст патентного семейства. Одновременно в коллекцию производится добор за счет патентных семейств, значимых по показателям 3 и 4 вне зависимости от их силы и возраста. Для сохранения репрезентативности выборки при внесении и исключении патентных семейств контролируется структура долей основных групп патентных семейств. Если число патентных семейств остается слишком большим, то для проведения экспертного опроса выполняется дополнительный этап сокращения выборки пропорционально долям основных групп семейств.

На третьем этапе на основе опроса экспертов осуществляется отбор критериев, предположительно способствующих или препятствующих внедрению технологии в отрасли, и производится их оценка для каждого патентного семейства сокращенной коллекции. Для этого экспертам предлагается ответить на следующие вопросы: 1) назвать факторы, которые способствуют/препятствуют внедрению технологий в отрасли; 2) оценить степень влияния факторов на потенциал и эффективность внедрения технологий.

Для оценки значений критерия используется шкала в диапазоне от 0 до 10, где крайние значения диапазона соответствуют: 0 – отсутствию перспектив, 10 – наиболее высокой перспективе. Так как полученные экспертные оценки носят качественный характер, то при дальнейшем их использовании применяется нечеткий подход.

Каждый критерий представляется в виде лингвистических переменных (ЛП) с терм-множеством, состоящим из трех термов, которые характеризуют уровень компоненты: $T = \{T1 - \text{низкий}, T2 - \text{средний}, T3 - \text{высокий}\}$. В качестве функций принадлежности (ФП) термов использовались ФП треугольного и трапециевидного вида, основными точками которых являются: $k1, k4$ – соответственно левый и правый ноль; $k2, k3$ – интервал толерантности, в котором ФП принимает единичное значение. Достоинства применения таких ФП рассматриваются в [16]. Задание основных точек для ФП термов определяется экспертами. Далее проводится процедура фаззификации – перевод оценок экспертов (четких значений) в значения термов ЛП.

На четвертом этапе факторы объединяются в близкие группы и на их основе строится двухуровневая иерархическая модель, фокусом иерархии которой является интегральный показатель приоритетности технологий INT (АНР). Оценка интегрального показателя представляет собой взвешенную аддитивную оценку компонент нижнего уровня иерархической модели [12].

Пятый этап. Так как для оценки компонент модели используется нечеткий подход (ФАНР), то интегральный показатель INT также представляет собой ЛП. Получение четкой оценки привлекательности технологии осуществляется путем применения процедуры дефаззификации центроидным способом [12].

Для j -й составляющей первого уровня модели (K_j) ее комплексная оценка осуществлялась по формуле:

$$K_j = \sum_{i=1}^2 w_{ij} \cdot (T_{i1}^j \cdot 1,72 + T_{i2}^j \cdot 5 + T_{i3}^j \cdot 8,28), \quad (1)$$

где w_{ij} – весовой коэффициент i -й компоненты ($i = 1, 2$) j -й группы критериев ($j = 1, 3$);

$T_{i1}^j, T_{i2}^j, T_{i3}^j$ – значения ФП термов i -го критерия j -й группы.

Расчет интегрального показателя осуществляется по формуле:

$$INI = 0,5 \cdot K_1 + 0,3 \cdot K_2 + 0,2 \cdot K_3 \quad (2)$$

С целью апробации предложенной методики оценки была проведена оценка приоритетности технологий приготовления угольных и пылеугольных смесей. В результате патентного поиска в системе ПАС ОI была сформирована исходная патентная коллекция на тему «Технологии приготовления угольных и пылеугольных смесей», в которую первоначально вошло 906 па-

тентных семейств, включающих в себя способы, технологии и рецепты приготовления угольных и пылеугольных смесей, а также технологии их применения, включающие в себя специфику их приготовления. Из патентной коллекции были исключены устройства для приготовления угольных и пылеугольных смесей, поскольку они не соответствуют предметной области исследования. Глубина патентного поиска составила 20 лет (по датам первого приоритета с 2004 по 2023 г.).

Сбор и учет патентной информации осуществлялся по патентным семействам – совокупностям патентных документов, относящихся к одному конкретному технологическому решению.

Далее была сформирована сокращенная коллекция на основании критериев, представленных в таблице 1. На основе данных ПАС ОI и опроса экспертов были отобраны патентные семейства с показателем силы патента, рассчитываемым патентно-аналитической системой Orbit Intelligence $\in [0;5,88]$. Коллекция была дополнена патентными семействами, имеющими технологическую значимость и находящимися в собственности наиболее значимых для исследуемой технологической области правообладателей – организаций, способных оказывать существенное влияние на рынок (в рамках исследуемой технологической области) за счет больших производственных мощностей, известного бренда или прав интеллектуальной собственности на технологии, критические для данного сектора экономики.

В таблице 2 представлены различные сценарии формирования сокращенной патентной коллекции, основанные на отборе наиболее молодых технологий (1, 2 или 3 года с даты первого приоритета) и наиболее «сильных» (входящих в топ 10%, топ 15% или топ 20% по показателю силы патента). Даже в случае выбора наиболее широкого сценария формирования сокращенной патентной коллекции (где включаются патентные семейства возрастом не старше 3 лет, а также патентные семейства, входящие в топ 20% по показателю силы патента) патентная коллекция, передаваемая на экспертную оценку технологий, по существу, сокращается более чем вдвое.

С целью сокращения выборки на третьем этапе были случайным образом отобраны по 5 патентных семейств, относящихся к группам топ 10%, топ 15% и топ 20% по показателю силы патента, а также 15 патентных семейств, не вошедших ни в один из вариантов сокращенной патентной коллекции. Таким образом, объем итоговой выборки составил 30 объектов.

Таблица 2

Структура сокращенной патентной коллекции

Показатели		Возраст патентного семейства (не старше)		
		1 год (от 2023 г.)	2 года (от 2022 г.)	3 года (от 2021 г.)
Сила патента	топ 10% (от 2,32)	164 / 18,1%	245 / 27,0%	312 / 34,4%
	топ 15% (от 2,16)	207 / 22,8%	286 / 31,2%	351 / 38,7%
	топ 20% (от 1,97)	247 / 27,3%	324 / 35,8%	389 / 42,9%

Источник: расчеты авторов на основе данных ПАС ОI.

Таблица 3

Критерии и правила экспертной оценки перспектив внедрения перспективных технологий

Группа критериев	Критерий	Диапазон изменения экспертной оценки с качественной интерпретацией
Спрос (D)	Уровень рыночного спроса (D_1)	0 – отсутствие перспективы, 10 – наиболее высокая перспектива
	Адаптивность – способность приспособиться к изменениям спроса (D_2)	0 – отсутствие перспективы, 10 – наиболее высокая перспектива
Сырье (R)	Сырьевая база (входящие ресурсы); требования к входному сырью (R_1)	0 – отсутствие перспективы, 10 – наиболее высокая перспектива
	Чувствительность к качеству и возможным изменениям сырья (R_2)	0 – наиболее высокая перспектива, 10 – отсутствие перспективы
Материальная база (MB)	Стоимость материальной базы производства (капитальные затраты и логистика) (MB_1)	0 – наиболее высокая перспектива, 10 – отсутствие перспективы
	Наличие и доступность производителей материальной базы (MB_2)	0 – отсутствие перспективы, 10 – наиболее высокая перспектива

Источник: расчеты авторов на основе данных ПАС ОI.

На следующем этапе был проведен опрос 10 экспертов с целью формирования группы критериев, на основании которых предполагалось проводить комплексную оценку перспектив внедрения технологий в угольную отрасль (INT). Отобранные на этом этапе критерии были объединены в 3 группы.

1. Группа критериев «спрос (D)» отвечала на вопрос о наличии спроса на продукт, получаемый в результате внедрения технологии (D_1) и способности данной технологии гибко адаптироваться к колебанию спроса (D_2).

2. Группа критериев «сырье (R)» давала оценку технологии с точки зрения ее требовательности к входящему в переработку сырью. Она оценивала степень соответствия между качественными характеристиками угля и технологией, с помощью которой эти угли предполагалось перерабатывать. Оценивались сырьевая база (R_1) – качество входящих ресурсов и требования к ним, а также чувствительность технологии к колебанию качества (R_2).

3. Группа критериев «материальная база» (MB) оценивала потенциальную стоимостную доступность технологий. Оценивались стоимость организации производства логистики с использованием изучаемой технологии (MB_1) и степень готовности минимальной материальной базы, необходимой для ее внедрения (MB_2). Разбиение критериев на группы и шкала их оценки представлены в таблице 3.

Для комплексной оценки перспектив внедрения технологий в угольную отрасль на основе отобранной группы критериев была построена двухуровневая иерархическая модель (рисунок).

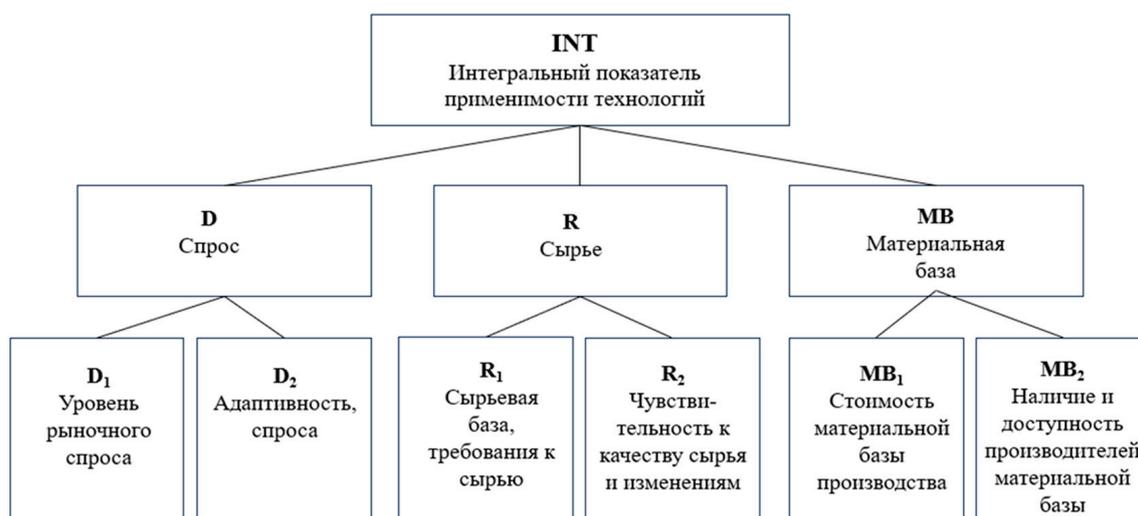
По мнению экспертов, данные компоненты модели оказывают разную степень влияния на интегральный показатель, поэтому были введены их весовые коэффициенты. Вес критериев определялся экспертным путем для составляющих каждого уровня модели (табл. 4). Так, например, для составляющих I уровня экспертам необходимо было ответить на вопрос: «При оценке перспектив внедрения технологии в уголь-

ную отрасль что является более важным: наличие спроса, требования к входящему в переработку сырью или необходимость соответствия материальной базы? Необходимо задать весовые коэффициенты, отражающие важность компоненты таким образом, чтобы их сумма равнялась 1». На втором уровне модели весовые коэффициенты определялись для критериев одной группы. Например, для группы критериев «Спрос» эксперту необходимо было ответить на вопрос: «Что важнее? Наличие спроса на продукт, получаемый в результате внедрения технологии (D_1), или возможности с использованием данной технологии гибко адаптироваться к колебанию спроса?».

В последнем столбце таблицы показано значение весового коэффициента, полученного путем проведения операции синтеза приоритетов [12], значения которых харак-

теризуют непосредственную степень влияния показателей нижнего уровня модели на интегральный показатель.

Оценка значений компонент нижнего уровня иерархической модели для каждого из 30 патентных семейств из отобранной группы осуществлялась экспертным путем на основании шкал, представленных в таблице 3. Значение критерия выбиралось группой экспертов (специалистов-технологов из областей обогащения, углерепереработки и углехимии) из диапазона от 0 до 10, где крайние значения диапазона соответствовали: 0 – отсутствию перспектив, 10 – наиболее высокой перспективе (кроме критериев R_2 и MB_1). Так как полученные таким образом экспертные оценки носят качественный характер, то для дальнейшего их использования был применен нечеткий подход.



Двухуровневая иерархическая модель

Источник: составлено авторами

Примечание: подробное описание критериев в таблице 3

Таблица 4

Оценка компонентов иерархической модели с учетом их весовых коэффициентов

Компоненты I уровня	Вес I уровня	Компоненты II уровня	Вес II уровня	Вес (синтез)
Спрос (D)	0,5	Наличие рыночного спроса (D_1)	0,4	0,2
		Адаптивность спроса (D_2)	0,6	0,3
Сырье (R)	0,3	Требования к сырью (R_1)	0,7	0,21
		Чувствительность к изменениям сырья (R_2)	0,3	0,09
Материальная база (MB)	0,2	Кап. затраты + логистика (MB_1)	0,8	0,16
		Наличие и доступность (MB_2)	0,2	0,04

Источник: расчеты авторов.

Таблица 5

Фрагмент перевода значений экспертных оценок патентных семейств по критериям D_1 и D_2 в значения термов ЛП

Патентное семейство	D_1	D_2	$T1(D_1)$	$T2(D_1)$	$T3(D_1)$	$T1(D_2)$	$T2(D_2)$	$T3(D_2)$
CN101134900	0	0	1	0	0	1	0	0
WO2013083091	3	9	0,5	0,5	0	0	0	1
....								
EP2832823	7	4	0	0,5	0,5	0,25	0,75	0
EP2980187	9	8	0	0	1	0	0,25	0,75

Источник: расчеты авторов.

Таблица 6

Описательные статистики комплексных оценок иерархической модели и силы патента

Показатель	N набл.	Среднее	Медиана	Минимум	Максим.	Ст. откл.
$D (K_1)$	30	3,4	2,15	0	9,23	3,43
$R (K_2)$	30	3,68	1,88	0	9,5	3,8
$MB (K_3)$	30	3,68	1,5	0	10	3,98
INT	30	3,4	2,15	0	9,22	3,43
Сила патента	30	2,4	2,29	0	5,57	1,27

Источник: расчеты авторов.

Каждая компонента второго уровня модели была представлена в виде лингвистических переменных (ЛП) с термножеством, состоящим из трех термов, характеризующих уровень компоненты: $T = \{T1 - \text{низкий}, T2 - \text{средний}, T3 - \text{высокий}\}$. В качестве функций принадлежности (ФП) термов использовались ФП треугольного и трапециевидного вида, основными точками которых являются $k1, k4$ – соответственно левый и правый ноль, $k2, k3$ – интервал толерантности, в котором ФП принимает единичное значение. Достоинства применения таких ФП рассматриваются в [12]. Задание основных точек для ФП термов определялось экспертами:

$$\mu(T1) = \mu(0; 0; 1; 5);$$

$$\mu(T2) = \mu(1; 5; 5; 9);$$

$$\mu(T3) = \mu(5; 9; 10; 10).$$

В таблице 5 представлен фрагмент фазификации экспертных оценок патентных семейств по критериям: D_1 – наличие рыночного спроса и D_2 – адаптивность спроса в значения принадлежности термам лингвистических переменных.

Аналогичным образом была проведена оценка по критериям R_1, R_2, MB_1 и MB_2 .

Достоинством применения ФАНР в задачах построения интегральных показателей является возможность вычисления комплексной оценки не только фокуса иерархической модели, но и составляющих первого уровня модели. Так, для j -й составляющей первого уровня модели (K_j) ее четкая комплексная оценка осуществлялась по формуле:

$$K_j = \sum_{i=1}^2 w_{ij} \cdot (T_{i1}^j \cdot 1,72 + T_{i2}^j \cdot 5 + T_{i3}^j \cdot 8,28), \quad (3)$$

где w_{ij} – весовой коэффициент i -й компоненты ($i = 1, 2$) j -й группы критериев ($j = 1, 3$) (4-й столбец таблицы 4);

$T_{i1}^j, T_{i2}^j, T_{i3}^j$ – значения ФП термов i -го критерия j -й группы;

1,72; 5; 8,28 – значения центров тяжести термов $T1, T2, T3$.

Тогда расчет интегрального показателя осуществляется по формуле:

$$INI = 0,5 \cdot K_1 + 0,3 \cdot K_2 + 0,2 \cdot K_3 \quad (4)$$

В таблице 6 представлены описательные статистики комплексных оценок D, R, MB (составляющие первого уровня иерархической модели) и интегрального показателя, характеризующего применимость

технологии INI, а также показателя патентной аналитики силы патента для исследуемой выборки.

Выводы

1. В результате проведенных исследований из 30 отобранных патентов 11 получили нулевую оценку их возможности использоваться для развития угольной отрасли. Среди этой группы патентных семейств 4 (36,36%) относятся к группе слабых, 6 (54,54%) относятся к группе средних патентных семейств и 1 (9,1%) – к группе сильных. Анализ этой группы патентных семейств показал, что 5 патентных семейств имеет срок действия более 13 лет, 3 патента имеют высокий уровень цитирования и нулевой географический охват. Остальные 6 патентных семейств имеют жизненный срок 6 лет (2 патента) и 4 патентных семейства – «молодые» (3–4 года). Для этих патентных семейств характерен низкий уровень цитирования (практически отсутствует) и нулевой либо единичный географический охват. Наиболее высокую экспертную оценку получила заявка, которая была отозвана авторами, что может указывать на значимость проведения патентной аналитики на основе патентных семейств, а не отдельных патентов.

2. Полученные результаты относятся к конкретной технологической области и не являются универсальными. Количественные оценки зависят от качества исходной патентной коллекции, методов формирования выборки, методов отбора экспертов и тщательности проведения экспертного опроса. Важно, что критерии отбора и проведения экспертной оценки технологий могут отличаться в зависимости от выбранного направления исследований. Однако применение комплексной оценки результатов патентной аналитики с использованием нечеткой методологии позволяет снизить неопределенность и нечеткость, являющиеся следствием того, что объектом анализа являются только зарождающиеся технологии, траектории развития которых только формируются. Использование нечеткой методологии также снижает неопределенность субъективных лингвистических оценок, делая результаты более обоснованными.

Заключение

В статье предложен комплексный подход к оценке применимости технологий с использованием методов патентной аналитики и нечеткой логики. Для этого авторами были разработаны методика и алгоритм вычисления интегрального пока-

зателя применимости технологий (INT), который на основе многомерного набора факторов и критериев позволил оценить приоритетность технологий для формирования высокотехнологичных цепочек создания стоимости в угольной отрасли и смежных отраслях, способных обеспечить устойчивый рост и технологический суверенитет отрасли в условиях нечеткой входной информации (субъективных оценок экспертов).

Проведенная апробация методики показала, что разработанный авторами интегральный показатель (INT) позволяет дать комплексную оценку технологической значимости и применимости технологий для формирования новых направлений развития угольной и связанных с ней отраслей. При этом патентная аналитика позволяет вовлечь в исследование и структурировать максимально широкий объем информации, а нечеткая методология – совместить их с субъективными экспертными оценками, формализовать входные данные. Разработанная авторами методика может быть использована для выявления и оценки приоритетности различных технологий и их способности обеспечить достижение технологического суверенитета в угольной отрасли.

Список литературы

1. Рожков А.А. Структурный анализ импортозамещения в угольной промышленности России: реальность и прогноз // Горная промышленность. 2017. № 6(136). С. 4. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-7-00-00.
2. Колпаков А.Ю., Саенко В.В. Анализ зависимости секторов топливно-энергетического комплекса России от импортного оборудования на основе публичных данных // Проблемы прогнозирования. 2023. № 1(196). С. 144-155. DOI: 10.47711/0868-6351-196-144-155.
3. Ена О.В., Попов Н.В. Методология разработки патентных ландшафтов проектного офиса ФИПС // Станкоинструмент. 2019. № 1(14). С. 28–35. DOI: 10.22184/2499-9407.2019.14.01.28.35.
4. Гохберг Л.М., Стрельцова Е.А., Нестеренко А.В. Патентные ландшафты: разработка и использование для анализа технологических трендов. М.: ИСИЭЗ ВШЭ, 2024. 108 с.
5. Bathelt H., Cohendet P., Henn S., Simon L. The Elgar Companion to Innovation and Knowledge Creation, Cheltenham: Edward Elgar, 2017. DOI: 10.4337/9781782548522.
6. Mendonça S., Schmoch U., Neuhäusler P. Interplay of Patents and Trademarks as Tools in Economic Competition. In: Springer Handbook of Science and Technology Indicators (eds. W. Glänzel, H.F. Moed, U. Schmoch, M. Thelwall). Berlin: Springer, 2019. P. 1023–1035. DOI: 10.1007/978-3-030-02511-3_42.
7. Савина М.В., Степанов А.А., Солодкова К.А. Вопросы теории коммерциализации инноваций // Управление экономическими системами. 2018. № 5(110). С. 8. URL: <http://uecs.ru/uecs-111-1112018> (дата обращения: 21.12.2024).
8. Mendonça S., Confraria H., Godinho M.M. Appropriating the Returns of Patent Statistics: Take-up and Development in the Wake of ZviGriliches // SWPS Paper. 2021. №7. DOI: 10.2139/ssrn.3971764.

9. Silva J., Távora G., Mendonça S. Reconfiguring the Battery Innovation Landscape // Foresight and STI Governance. 2023. № 17(1). P. 34–50. DOI: 10.17323/2500-2597.2023.1.34.50.
10. Мухаметзянов И.З. Нечеткий логический вывод и нечеткий метод анализа иерархий в системах поддержки принятия решений: приложение к оценке надежности технических систем // Кибернетика и программирование. 2017. № 2. С. 59-77. DOI:10/7256/2306-4196.2017.2.21794.
11. Korolev M.K., Nikitenko S.M., Goosen E.V. Patent Analytics Based Identification of Potential Coal Production Chains // Chemistry for Sustainable Development. 2023. Vol. 31(5). P. 598-604. DOI: 10.15372/CSD2023506.
12. Saaty TL (2013) Analytic Hierarchy Process. In: Gass SI, Harris CM (eds) Encyclopedia of Operations Research and Management Science. Springer, Boston, 2013. P 52–64. URL: <https://www.springer.com/gp/book/9781402006111> (дата обращения: 21.12.2024).
13. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление / Пер. с англ. 5-е изд. М.: Лаборатория знаний, 2024. 801 с.
14. Никитенко С.М., Гоосен Е.В., Кавкаева О.Н. Моделирование гибких цепочек добавленной стоимости на основе «чистых» технологий переработки угля // Горная промышленность. 2023. № S2. С. 126-134. DOI: 10.30686/1609-9192-2023-S2-126-134.
15. Goosen E.V., Kagan E.S., Nikitenko S.M., Pakhomova E.O. Evolution of VAC in the Context of Coal Industry Advance in The Conditions of Digitization in Russia // Eurasian Mining. 2019. № 2. С. 36–40. DOI: 10.17580/em.2019.02.08.