

Научная статья

УДК 338.22.021.4 © Яньцзе
ЧжанDOI: 10.24412/2225-8264-
2024-3-806**ОЦЕНКА ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА
УГЛЕХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ВНУТРЕННЕЙ
МОНГОЛИИ В УСЛОВИЯХ КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО
РАЗВИТИЯ**Чжан Яньцзе¹

Ключевые слова: инновационные технологии, углехимическая промышленность, устойчивое развитие, «чистое» развитие, самоорганизация, конкурентные преимущества, оценка конкурентоспособности, система индексов

Keywords: innovative technologies, coal chemical industry, sustainable development, «clean» development, self-organization, competitive advantages, competitiveness assessment, index system

Аннотация. В угольной отрасли становится трудно достичь снижения углеродных выбросов. Поэтому для отрасли необходимы механизмы, позволяющие повысить экономическую эффективность в условиях устойчивого развития. Целью статьи является оценка инновационного потенциала углехимической промышленности Внутренней Монголии Китая с точки зрения влияния концепции устойчивого развития. Для достижения цели необходимо было решить следующие задачи: изучить влияние использования «чистого» развития угольной промышленности, выявить особенности системы организации устойчивого развития углехимических предприятий, предложить модель системы организации углехимических предприятий, а также оценить роль инновационных углехимических технологий. В рамках проведенного исследования использовались системный и логический анализ экономических явлений, метод экспертных оценок, методы сравнительного анализа, экономико-математического моделирования. Опираясь на полученные выводы, в статье выявлено, что повышение эффективности угольной отрасли важно, так как угольные компании несут большую ответственность в этой области. Определено то, что система «чистого» развития угольных компаний представляет собой комплексную систему, направленную на повышение адаптивных способностей и обеспечение устойчивого развития угольных компаний в ответ на рыночные и экологические изменения. Разработанная модель обеспечивает возможность обмениваться с внешней средой, формировать определенную системную границу. Путем сравнения внедрения инновационных углехимических технологий с традиционными доказано, что первые более конкурентоспособны с точки зрения энергопотребления и использования ресурсов. Для оценки количественных показателей дополнена система индексов оценки влияния элементов на конкурентоспособность углехимической промышленности.

¹Чжан Яньцзе — соискатель, Байкальский государственный университет (Россия, г. Иркутск, ул. Ленина, д. 11)
E-mail: zhangyanjie@mail.ru
ORCID: 0000-0003-2043-110X

**ASSESSMENT OF THE INNOVATIVE POTENTIAL OF THE
COAL CHEMICAL INDUSTRY OF INNER MONGOLIA IN
THE CONTEXT OF THE CONCEPT OF SUSTAINABLE
DEVELOPMENT**

Zhang Yanjie

Applicant, Baikal State University

Abstract. Coal industry becoming difficult to achieve a reduction in carbon emissions. Therefore, the industry needs mechanisms to increase economic efficiency in conditions of sustainable development. The purpose of the article is to assess the innovative potential of the coal chemical industry in Inner Mongolia of China in terms of the impact of the concept of sustainable development. To achieve the goal, it was necessary to solve the following tasks: to study the impact of the use of «clean» development of the coal industry, to identify the features of the system of organization of sustainable development of coal chemical enterprises, to propose a model of the system of organization of coal chemical enterprises, as well as to assess the role of innovative coal chemical technologies. The study used a systematic and logical analysis of economic phenomena, the method of expert assessments, methods of comparative analysis, economic and mathematical modeling. Based on the findings, the article reveals that improving the efficiency of the coal industry is important, since coal companies have a great responsibility in this area. It is determined that the system of «clean» development of coal companies is a comprehensive system aimed at increasing adaptive abilities and ensuring sustainable development of coal companies in response to market and environmental changes. The developed model provides an opportunity to exchange with the external environment, to form a certain system boundary. By comparing the introduction of innovative carbon chemical technologies with traditional ones, it proved that the former are more competitive in terms of energy consumption and resource use. To assess quantitative indicators, the system of indices for assessing the impact of elements on the competitiveness of the coal chemical industry supplemented.

Поступила в редакцию:
04.06.2024

ВВЕДЕНИЕ

Согласно отчету Международного энергетического агентства (МЭА) о мировом рынке угля за 2018-2023 годы, уголь по-прежнему является основным источником топлива в глобальной энергетической системе и по-прежнему остается основным источником энергии во многих странах [13]. В обозримом будущем статус угля как основного источника энергии в Китае не изменится в ближайшем будущем. Следовательно, экологически чистое и эффективное использование «чистого» угля чрезвычайно важно, так как угольные предприятия как основные органы макро- и микроэкономики несут большую ответственность в этой области. В последние годы основным направлением исследований было то, как в будущем лучше добиться «чистого» развития угольных предприятий.

В связи с социальным развитием и глобальными экологическими изменениями в качестве решения социальных и экологических изменений был предложен ряд парадигм устойчивого развития, таких как «зеленая экономика», «зеленое развитие», циклическое развитие, «чистое» развитие, ESG-концепция.

В настоящее время Китаю необходимо не только продолжать решать проблему регионального загрязнения окружающей среды, но и решать глобальную проблему изменения климата. Поэтому выдвижение концепции «чистого» развития имеет большое академическое и практическое значение. С нашей точки зрения, необходимо уделять особое внимание защите окружающей среды, и учитывать экономию ресурсов, повышение энергоэффективности и сокращение выбросов [8].

Методика исследования

Целью статьи является оценка инновационного потенциала углехимической промышленности Внутренней Монголии Китая с точки зрения влияния кон-

цепции устойчивого развития. Для достижения цели необходимо было решить следующие задачи: изучить влияние использования «чистого» развития угольной промышленности, выявить особенности системы организации устойчивого развития углехимических предприятий, предложить модель системы организации углехимических предприятий, а также оценить роль инновационных углехимических технологий. В рамках проведенного исследования использовались системный и логический анализ экономических явлений, метод экспертных оценок, методы сравнительного анализа, экономико-математического моделирования.

Результаты исследования

Система «чистого» развития угольных предприятий представляет собой комплексную систему для угольных предприятий, направленную на повышение их адаптивных способностей и обеспечение устойчивого развития в ответ на рыночные и экологические изменения. Процесс «чистого» развития углехимических предприятий является процессом самоорганизации их системы [2]. Это процесс, в котором подсистемы (экономика, окружающая среда, энергетика и т.д.) взаимодействуют друг с другом и заставляют всю систему развиваться от беспорядка к порядку посредством обратной связи, взаимодействия и продвижения.

В ходе внедрения инновационных технологий в процесс производства необходимо учитывать колебания элементов каждой подсистемы и постоянно влиять на взаимодействие между подсистемами. Упорядоченность подсистем внутренней системы зеленого предприятия зависит от инновационного уровня системы. Таким образом, в рамках данного исследования предлагается системная модель развития углехимических компаний в условиях принципов ESG, как показано на рисунке 1.

Открытость данной системы развития углехимических предприятий обеспечивает возможность обмена

Рис. 1. Модель системы организации «чистого» развития углехимических компаний



ваться с внешней средой, формировать определенную системную границу. Система разделена на три подсистемы: экономическую, экологическую и энергетическую подсистемы. Сочетание и скоординированное развитие трех подсистем является основой «чистого» развития. Поэтому для оценки эффективности внедрения инновационных технологий с точки зрения устойчивого развития рассмотрим анализ конкурентоспособности углехимической промышленности с двух ракурсов.

Учеными-исследователями выявлены конкурентные преимущества углехимической промышленности Внутренней Монголии, которые включают следующее: богатые ресурсы, полный ассортимент, низкие цены, передовые технологии, региональное кластерное развитие, гарантированный рыночный спрос и оптимистичные отраслевые перспективы.

Согласно исследованию Д. Ли, В.Д.Ченг, М. Лян, доказано, что технология CTL, основанная на принципе «уголь-жидкость», более конкурентоспособна, чем нефть, с точки зрения условий рыночного спроса, правительства и технической осуществимости [4]. А с точки зрения регионального сравнения эта теория используется для оценки по шести аспектам, включая обеспеченность ресурсами, конкурентоспособность на рынке, инфраструктуру, экономические выгоды, воздействие на окружающую среду и политическую поддержку, обнаруживая, что углехимическая промышленность во Внутренней Монголии и соседней провинции Шэньси сильнейшая комплексная конкурентоспособность [11]. Кроме того, ученые проанализировали и сравнили углехимическую отрасль с другими отраслями.

Путем сравнения внедрения инновационных углехимических технологий с традиционными сделан вывод о том, что первые более конкурентоспособны с точки зрения энергопотребления, использования ресурсов, а также «нулевых» выбросов, а именно улавливания и хранения углерода [2].

Сравнение углехимической промышленности с другими отраслями показывает, что она более конкурентоспособна в использовании водных ресурсов, выбросах и очистке загрязняющих веществ, улавливании углекислого газа. При этом с точки зрения экономических выгод CTL и уголь в олефины станут более конкурентоспособными, чем нефтепродукты, когда цены на нефть марки Brent выше 80 долларов США за баррель [9]. Сравнение в рамках современной углехимической промышленности, демонстрирует то, что наибольшую экономическую эффективность имеет уголь-олефины [7]. По сравнению с нефтехимической промышленностью углехимическая промышленность имеет слабую конкурентоспособность по масштабам проектов и инвестициям, но сохраняет определенную конкурентоспособность по характеристикам продукции и стоимости.

Для оценки количественных показателей оценки эффективности внедрения инновационных в углехимическом комплексе дополнена система индексов оценки влияния элементов на конкурентоспособность углехимической промышленности путем расчета весов.

Согласно исследованию П. Мэйхуэй, В. Ван, Ш. Сунь «Конкурентоспособность углехимической промышленности на основе алмазной модели», факторы производства, условия спроса, связанные и поддерживающие отрасли, корпоративные стратегии, структура и горизонтальная конкуренция, а также возможности и правительства, работают вместе, чтобы определить, является ли конкретная отрасль конкурентоспособной [6]. Из шести элементов первые четыре являются ключевыми, а последние два – вспомогательными; они переплетаются и влияют друг на друга. Однако фактор возможностей очень сложен и может проявиться в любой период промышленного развития, оказывая неопределенное (положительное или отрицательное) влияние на конкурентоспособность, поэтому его сложно заранее предсказать и точно измерить.

За последние 10 лет бурное развитие углехимической промышленности в Китае было связано с решением правительства запустить в Китае серию проектов по «чистой» утилизации угля, по переработке угля в топливо и по его глубокой переработке [14]. Это позволило быстро построить ряд современных углехимических предприятий на передовом международном уровне во Внутренней Монголии, Шаньси и Синьцзяне, опираясь на богатые внутренние угольные ресурсы. Более того, в целях лучшего обеспечения энергетической безопасности государство объявило более десяти политик в отношении углехимической промышленности с целью поддержки ее развития [10].

Нами была изучена научная работа П. Мэйхуэй, В. Ван, Ш. Сунь, в которой, применяется метод аналитической иерархии для построения системы оценки конкурентоспособности углехимической промышленности [6]. Внедренная учеными система включает три уровня:

1. Целевой уровень, который решает, что целью является оценка конкурентоспособности углехимической промышленности [1];
2. Уровень критериев, устанавливающий критерии оценки для углехимической промышленности по пяти элементам;
3. Индексный уровень, позволяющий непосредственно искать, исследовать и вычислять в соответствии с содержанием критериального уровня или индикаторами, прямое и важное влияние на углехимическую промышленность.

Учитывая, что единицы разных индексных данных различны, их необходимо стандартизировать. В этом исследовании будет использоваться метод нормализации для выполнения безразмерной обработки исходных данных по следующей формуле:

$$y_i = \frac{x_i}{\sum x_i}$$

где новая последовательность $y_1, y_2, \dots, y_n \in [0,1]$, безразмерный, с $\sum y_i = 1$ и относится к нормализованному данным и относится к исходным данным $x_i y_i$.

Нормализованные данные показаны в таблице 1.

С нашей точки зрения данную систему необходимо дополнить критериями экологического и социального значения для отрасли. Поэтому нами в таблице 2 представлена совершенствованная система оценки конкурентоспособности углехимической промышленности согласно принципам устойчивого развития.

Таблица 1

Система критериев для оценки конкурентоспособности углехимической промышленности

Целевой показатель	Критерии	Индексный показатели
Конкурентоспособность углехимической отрасли	Производственные факторы	Расход угля на нефть или газ/(10 000 тонн)
		Коэффициент конверсии углехимической промышленности/(%)
	Условия спроса	Годовой расход углехимической продукции/(10 000 т)
		Годовой объем валовой продукции вспомогательных отраслей/(100 млн юаней)
	Родственные и вспомогательные отрасли	Общая годовая прибыль вспомогательных отраслей/(100 млн юаней)
		Импорт сырой нефти/(10 000 тонн)
	Сравнительные критерии с нефтяной и газовой промышленностью	Импорт природного газа/(100 млн куб. м)
		Самостоятельное производство сырой нефти/(10 000 тонн)
		Собственная добыча природного газа/(100 млн куб. м)
		Годовая стоимость валового продукта основных областей производства углехимической продукции/(100 млн юаней)
	Государственное значение	Доля бюджетных расходов на углехимическую промышленность в общих бюджетных расходах/(%)

Таблица 2

Совершенствованная система оценки конкурентоспособности углехимической промышленности согласно принципам устойчивого развития

Целевой показатель	Критерии	Индексный показатели
Конкурентоспособность углехимической отрасли	Производственные факторы	Расход угля на нефть или газ/(10 000 тонн)
		Коэффициент конверсии углехимической промышленности/(%)
	Условия спроса	Годовой расход углехимической продукции/(10 000 т)
		Емкость рынка на внутреннем и международном рынках
	Родственные и вспомогательные отрасли	Годовой объем валовой продукции вспомогательных отраслей/(100 млн юаней)
		Общая годовая прибыль вспомогательных отраслей/(100 млн юаней)
	Сравнительные критерии с нефтяной и газовой промышленностью	Импорт сырой нефти/(10 000 тонн)
		Импорт природного газа/(100 млн куб. м)
		Самостоятельное производство сырой нефти/(10 000 тонн)
		Собственная добыча природного газа/(100 млн куб. м)
	Государственное значение	Годовая стоимость валового продукта основных областей производства углехимической продукции/(100 млн юаней)
		Доля бюджетных расходов на углехимическую промышленность в общих бюджетных расходах/(%)
		Поступление средств в государственные внебюджетные фонды, млн. юаней
	Экологические	Объем выбросов вредных веществ, г/с
		Текущие затраты на охрану окружающей среды, тыс. юаней
	Социальные	Среднегодовая численность занятых в экономике, тыс. чел.
		Среднедушевые денежные доходы населения в отрасли, тыс. юаней

На основе стандартизированных данных стоит использовать метод энтропийного веса для расчета оценочных индексов. Энтропия исходит из термодинамики, которая является мерой неопределенности состояния системы. Энтропийный вес используется для определения степени дисперсии индекса. Чем меньше значение энтропии, тем больше степень дисперсии индекса и тем больше влияние (т.е. вес) индекса на комплексную оценку. Этот метод позволяет максимально избежать влияния человеческого фактора на каждый

индекс оценки, чтобы результаты оценки стали более объективными.

Веса индексов одного и того же слоя критериев суммируются для получения весов каждого слоя критериев. На основании этого расчета дополнительно ранжируется значимость влияния каждого критериального слоя на конкурентоспособность углехимической отрасли.

Чтобы повысить конкурентоспособность углехимической промышленности Внутренней Монголии,

следует сделать предложения с точки зрения горизонтальной конкуренции, которая оказывает наибольшее влияние на конкурентоспособность. В частности, горизонтальную конкуренцию можно анализировать в двух аспектах: избежать конкуренции за счет дифференцированного развития и получить конкурентные преимущества за счет повышения эффективности конверсии.

Выводы

Основываясь на теории самоорганизации, это исследование проясняет логику эволюции самоорганизации зеленого низкоуглеродного развития угольных предприятий и предполагает, что на это развитие влияют внешняя рыночная среда, экологические нормы и внутренний уровень инноваций предприятий. Построена системная имитационная модель развития углехимических предприятий с использованием метода системной динамики, которая моделируется с использованием актуальных данных за выбранный период. В данном исследовании выявляется влияние рыночной среды, экологического регулирования, и уровень внедрения инновационных технологий в деятельности предприятий.

Конъюнктура рынка угля ограничивает уровень «чистого» развития углехимических предприятий и по-прежнему остается основной проблемой, с которой сталкиваются предприятия. На углехимические предприятия Внутренней Монголии сильно влияют колебания на рынке угля. Когда рынок угля падает, экономическая выгода предприятий снижается. Основной механизм обеспечения конкурентоспособ-

ности и устойчивого развития, необходимый для противодействия рыночным потрясениям, еще не сформирован. Следовательно, углехимическим предприятиям следует совершенствовать механизм устойчивого развития.

Соответствующие экологические нормы могут способствовать экологически безопасному развитию углехимических предприятий с низким уровнем выбросов углерода. Углехимическим предприятиям необходимо внедрять инновационные механизмы баланса окружающей среды и экономики, чтобы придерживаться концепции ESG.

Повышение уровня инновационного развития является наиболее эффективным способом повышения уровня устойчивого развития. Инновации всегда были для предприятий наиболее эффективным способом повышения их основной конкурентоспособности. «Зеленые» инновации могут эффективно способствовать «чистому» развитию предприятий. Следовательно, углехимическим предприятиям следует ориентироваться на «зеленые» инновации тем самым, увеличив инвестиции в НИОКР, привлечение высококвалифицированных специалистов, уровень научных и технологических инноваций, ликвидировать отсталые производственные мощности и развивать передовые. По нашему мнению, внедряя передовые инновационные технологии позволят эффективно модернизировать ряд производственных процессов предприятий, повысить эффективность распределения ресурсов и способствовать устойчивому развитию с низким уровнем выбросов углерода.

Список источников

1. Ван Д. Л. Анализ конкурентоспособности современной углехимической промышленности и исследование пути ее качественного развития // Китайский уголь. 2021. Т. 47. № 3. С. 9–14.
2. Ван К., Ю З. Ф., Бу Х. П., Хан Ю. Д., Луо Т., Тао Ю. Обсуждение конкурентоспособности развития современной углехимической промышленности Китая // Машиностроение. 2017. № 49. – С. 81–84.
3. Ван М. Х., Нинг Ч., Ли Р. Ф. Ключевые вопросы современной углехимической промышленности Синьцзяна и предложения для 13-й пятилетки // Китайский уголь. 2017. Т. 43. № 2. С. 5–10.
4. Ли Д., Ченг В. Д., Лян М. Всесторонняя оценка устойчивого развития передовой угольной и химической промышленности Китая на основе EWM – АНР // Химическая промышленность и инженерный прогресс. 2019. Т. 39. № 4. С. 1329–1338.
5. Лю Ю., Ву В., Ю Б. Влияние возможностей управления технологиями на поведение прорывных технологических инноваций // Исследования в области науки. 2020. № 38. С. 925–935.
6. Мэйхуэй П., Ван В., Сунь Ш. Конкурентоспособность углехимической промышленности на основе алмазной модели // Wireless Communications and Mobile Computing. 2022. № 3. С. 121–131.
7. Руан Л. Д. Идеи для угольной промышленности по разработке современных углехимических продуктов в новой ситуации // Переработка и комплексное использование угля. 2017. Т. 4. № 6 (14). С. 21–22.
8. Тиан Д., Сюй Д. Исследование движущих факторов инновационной бизнес-модели платформенных предприятий // Исследования в области науки. 2020. № 38. С. 949–960.
9. Хан Н. Путь сокращения выбросов углерода и управление моделированием на основе структурной реформы со стороны предложения // China Population, Resources and Environment. 2018. № 28. С. 47–55.
10. Чен З. Анализ ситуации и отраслевые перспективы стоимости преобразования угля в жидкость // Acta Geoscientia Sinica. 2017. Т. 38. № 1. С. 109–114.
11. Ченг С. Оценка региональной конкурентоспособности углехимической промышленности Китая // China Mining Magazine. 2019. Т. 28. № 7. С. 13–18.
12. Чжу З., Ву Ю., Хан Дж. Метод прогнозирования выброса угля на основе процесса аналитической иерархии и нечеткой комплексной оценки // Frontiers in Earth science (Lausanne). 2022. № 9. С. 26–29.
13. Ян З. Размышление о развитии и конкурентоспособности современной углехимической промышленности // Chemical Management. 2020. №27. С. 1–2.

14. Ян К., Ян Б. Л., Ян С. Анализ развития современной углехимической промышленности в среднесрочный период «тринадцатой пятилетки» // Китай, Уголь. 2019. Т. 45. № 7. С. 77–83.

References

1. Wang D. L. Analysis of the competitiveness of the modern coal chemical industry and the study of the path of its qualitative development. *Chinese coal*. 2021; 47(3): 9-14.
2. Wang K., Yu Z. F., Bu H. P., Han Yu.D., Luo T., Tao Yu. Discussion of the competitiveness of the development of the modern coal chemical industry in China. *Mashinostroenie*. 2017; 49: 81-84.
3. Wang M. H., Ning Ch., Li R. F. Key issues of the modern coal chemical industry in Xinjiang and proposals for the 13th five-year plan. *Chinese coal*. 2017; 43(2): 5-10.
4. Li D., Cheng V. D., Liang M. Comprehensive assessment of the sustainable development of China's advanced coal and chemical industry based on EWM – AHP. *Chemical industry and engineering progress*. 2019; 39(4): 1329-1338.
5. Liu Yu., Wu V., Yu B. The influence of technology management capabilities on the behavior of breakthrough technological innovations. *Research in the field of science*. 2020; 38: 925-935.
6. Meihui P., Wang V., Sun Sh. Competitiveness of the carbon chemical industry based on the diamond model. *Wireless Communications and Mobile Computing*. 2022; 3: 121-131.
7. Ruan L. D. Ideas for the coal industry on the development of modern coal chemical products in a new situation. *Processing and integrated use of coal*. 2017; 6 (14): 21-22.
8. Tian D., Xu D. Research of the driving factors of the innovative business model of platform enterprises. *Research in the field of science*. 2020; 38: 949-960.
9. Khan N. The way to reduce carbon emissions and modeling management based on structural reform from the supply side. *China Population, Resources and Environment*. 2018; 28: 47-55.