

<https://doi.org/10.21869/2223-1536-2023-13-3-146-163>

УДК 681.3.06

Метод построения нечеткой когнитивной карты конкурентоспособности машиностроительного предприятия

И. А. Буйневич¹, Ю. А. Криушина¹, Ю. А. Халин¹✉,
А. И. Катыхин¹, Е. А. Криушин¹

¹ Юго-Западный государственный университет
ул. 50 лет Октября, д. 94, г. Курск 305040, Российская Федерация

✉ e-mail: yur-khalin@yandex.ru

Резюме

Цель исследования – оценить факторы, влияющие на конкурентоспособность машиностроительных предприятий, и разработать методику нечеткой когнитивной карты (НKK) для их анализа.

Методы. В данном исследовании были использованы методы анализа данных и моделирования, включая метод НKK для формализации взаимосвязей между факторами и их влияния на конкурентоспособность машиностроительных предприятий. Были проанализированы данные, связанные с факторами, влияющими на конкурентоспособность, включая технологический уровень, качество продукции, уровень цен, инновационный потенциал и управленческий опыт.

Результаты. В результате исследования была разработана методика НKK для анализа взаимосвязей между факторами и их влияния на конкурентоспособность машиностроительных предприятий. Была проведена оценка факторов, влияющих на конкурентоспособность, включая технологический уровень, качество продукции, уровень цен, инновационный потенциал и управленческий опыт. Были выявлены ключевые факторы, оказывающие наибольшее влияние на конкурентоспособность машиностроительных предприятий, а также установлены степени влияния каждого фактора на конкурентоспособность, используя шкалу для формализации силы влияния.

Заключение. В итоге результаты исследования показали, что метод НKK является эффективным инструментом для анализа конкурентоспособности машиностроительных предприятий. Он позволяет учитывать неопределенность и нечеткость входных данных и лучше понимать взаимосвязи между концептуальными переменными. Разработанная методика НKK может быть использована для принятия обоснованных решений по улучшению конкурентоспособности предприятия. В целом исследование подтверждает важность анализа факторов, влияющих на конкурентоспособность, и показывает, что НKK может помочь представить сложную систему и ее связи в более наглядной и понятной форме. Это может быть полезно для руководства предприятия в принятии обоснованных решений по улучшению конкурентоспособности компании и увеличению ее доли на рынке.

Ключевые слова: нечеткая когнитивная карта; метод НKK; конкурентоспособность; машиностроительное предприятие; анализ; взаимосвязи переменных; неопределенность; нечеткость; принятие решений.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

© Буйневич И. А., Криушина Ю. А., Халин Ю. А., Катыхин А. И., Криушин Е. А., 2023

Для цитирования: Метод построения нечеткой когнитивной карты конкурентоспособности машиностроительного предприятия / И. А. Буйневич, Ю. А. Кriuшина, Ю. А. Халин, А. И. Катыхин, Е. А. Кriuшин // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2023. Т. 13, № 3. С. 146–163. <https://doi.org/10.21869/2223-1536-2023-13-3-146-163>.

Поступила в редакцию 10.07.2023

Подписана в печать 08.08.2023

Опубликована 29.09.2023

Method of Construction of a Fuzzy Cognitive Map of the Competitiveness of a Machine-Building Enterprise

Irina A. Buinevich¹, Yulia A. Kriuшина¹, Yuri A. Khalin¹✉,
Alexander I. Katykhin¹, Evgeniy A. Kriuшин¹

¹ Southwest State University,
50 Let Oktyabrya Str. 94, Kursk 305040, Russian Federation

✉ e-mail: yur-khalin@yandex.ru

Abstract

The purpose of research is to evaluate the factors influencing the competitiveness of machine-building enterprises and to develop a methodology for fuzzy cognitive mapping (FCM) to analyze these factors.

Methods. Data analysis and modeling methods, including FCM, were used in this study to formalize the relationships between factors and their influence on the competitiveness of machine-building enterprises. Data related to factors affecting competitiveness, such as technological level, product quality, price level, innovation potential, and managerial experience, were analyzed.

Results. The study resulted in the development of an FCM methodology to analyze the relationships between factors and their influence on the competitiveness of machine-building enterprises. The factors influencing competitiveness, including technological level, product quality, price level, innovation potential, and managerial experience, were evaluated. Key factors with the greatest impact on competitiveness were identified, and the degrees of influence of each factor on competitiveness were established using a scale to formalize the strength of influence.

Conclusion. The results of the study demonstrate that the FCM method is an effective tool for analyzing the competitiveness of machine-building enterprises. It allows for uncertainty and vagueness in the input data and provides a better understanding of the relationships between conceptual variables. The developed FCM methodology can be used to make informed decisions to improve enterprise competitiveness. Overall, the study confirms the importance of analyzing factors influencing competitiveness and demonstrates that FCM can help to represent a complex system and its relationships in a more visual and understandable form. This can be useful for enterprise management in making informed decisions to improve company competitiveness and increase market share.

Keywords: fuzzy cognitive map; FCM method; competitiveness; engineering enterprise; analysis; variable relationships; uncertainty; fuzziness; decision-making.

Conflict of interest: The Authors declares the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

For citation: Buinevich I. A., Kriuшина Yu. A., Khalin Yu. A., Katykhin A. I., Kriuшин E. A. Method of Construction of a Fuzzy Cognitive Map of the Competitiveness of a Machine-Building Enterprise. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naja tekhnika, informatika. Meditsinskoe priborostroenie* = Proceedings of the Southwest State University. Series: Control, Computer Engineering, Information Science. Medical Instruments Engineering. 2023; 13(3): 146–163. (In Russ.) <https://doi.org/10.21869/2223-1536-2023-13-3-146-163>.

Received 10.07.2023

Accepted 08.08.2023

Published 29.09.2023

Введение

Современный машиностроительный рынок предъявляет высокие требования к конкурентоспособности предприятий, работающих в этой отрасли. Конкуренция в этой сфере постоянно растет, и каждое предприятие стремится улучшить свои показатели для достижения лидерства на рынке [1; 2]. В этой связи разработка эффективных методов оценки и улучшения конкурентоспособности машиностроительных предприятий является актуальной задачей [3; 4; 5; 6; 7].

Представлен метод создания нечеткой когнитивной карты для оценки конкурентоспособности машиностроительного предприятия в качестве сложной социально-экономической системы [2; 8; 9; 10]. Этот метод основан на качественном анализе сложных ситуаций, которые рассматриваются как недостаточно структурированные системы и характеризуются отсутствием точной количественной информации об их состоянии.

Нечеткая когнитивная карта (далее – НКК) представляет собой метод моделирования и анализа сложных систем. Она используется для представления отношений между концептуальными переменными, такими как показатели конкурентоспособности предприятия, и их взаимодействиями [6; 11; 12].

Материалы и методы

Первый шаг в разработке НКК заключается в определении концептуаль-

ных переменных. Концептуальные переменные представляют собой факторы, которые имеют потенциальное влияние на конкурентоспособность машиностроительного предприятия. В рамках этого шага осуществляется идентификация и выбор таких факторов, которые могут оказывать существенное воздействие на успех и конкурентные преимущества предприятия. Примером концептуальных переменных могут быть: качество продукции, технологические параметры производства, цена, уровень обслуживания клиентов и другие параметры, которые считаются значимыми в контексте конкурентоспособности предприятия. В общем случае перечень данных концептуальных переменных определяется группой экспертов, обладающих нужными компетенциями в данной предметной области [13;14].

Второй шаг в разработке НКК включает определение отношений между концептуальными переменными [1; 8; 15; 16]. Эти отношения могут иметь как положительную, так и отрицательную направленность, указывая на существование взаимодействий между концептуальными переменными. Положительные отношения отражают согласованное или совместное воздействие переменных, при котором изменения в одной переменной способствуют положительным изменениям в другой переменной [7; 11; 17; 18]. Отрицательные отношения, напротив, указывают на противоположное воздействие переменных, при кото-

ром изменения в одной переменной вызывают отрицательные изменения в другой переменной. Четкое определение этих отношений в НКК позволяет более точно моделировать и анализировать взаимосвязи между концептуальными переменными и их влияние на конкурентоспособность машиностроительного предприятия [4; 5; 10; 19; 20].

Третий шаг включает определение вида функции принадлежности для каждой концептуальной переменной [13; 16; 21; 22]. Нечеткая функция принадлежности является математической функцией, которая определяет степень принадлежности каждого значения концептуальной переменной к каждому из ее нечетких множеств. Например, для переменной «качество продукции» могут быть определены нечеткие множества, такие как «низкое качество», «среднее качество» и «высокое качество». Каждое значение переменной будет иметь свою принадлежность к каждому из этих нечетких множеств, которая может быть выражена числовым значением от 0 до 1. Таким образом, нечеткая функция принадлежности позволяет учесть нечеткость и размытость данных, а также учесть различные степени влияния каждого значения переменной на конкурентоспособность предприятия [4; 5; 11; 14].

Четвертый шаг в разработке НКК заключается в определении нечетких правил, которые связывают концептуальные переменные и их нечеткие функции принадлежности. Нечеткие правила

описывают логические связи или условия между концептуальными переменными. Например, можно установить следующее нечеткое правило: «если качество продукции является высоким, то цена должна быть высокой». Это правило указывает на зависимость между высоким качеством продукции и высокой ценой. Подобные правила могут быть определены для различных концептуальных переменных и их нечетких функций принадлежности, чтобы описать взаимосвязи и влияние между ними в рамках анализа конкурентоспособности предприятия [5; 15; 19; 20].

Последний шаг в разработке НКК заключается в создании самой карты, которая представляет собой графическое изображение отношений между концептуальными переменными и их взаимодействиями. В НКК каждая переменная представлена своим нечетким множеством, а отношения между переменными выражены в терминах нечетких правил. На карте концептуальные переменные представлены узлами или узловыми элементами, а связи между ними отражаются стрелками или линиями, которые указывают на влияние одной переменной на другую. Визуализация НКК помогает лучше понять структуру и взаимосвязи между концептуальными переменными, что может быть полезным для анализа и принятия решений, направленных на улучшение конкурентоспособности предприятия.

Для применения алгоритма НКК конкурентоспособности машиностроительного предприятия необходимо определить концептуальные переменные, которые могут влиять на конкурентоспособность предприятия, такие как качество продукции, технологические возможности, цены и др. Далее необходимо определить отношения между этими переменными и разработать нечеткие функции принадлежности для каждой переменной.

На основе экспертных оценок было определено влияние параметров друг на друга:

1. Объем реализации предприятия – высокий объем реализации свидетельствует о спросе на продукцию предприятия, что укрепляет его конкурентоспособность. Увеличение объема реализации может требовать расширения производства и увеличения инвестиций.

2. Прибыльность предприятия: высокая прибыльность является показателем эффективности работы предприятия. Она позволяет инвестировать в развитие, снижать стоимость производства и конкурентоспособные цены на продукцию.

3. Объем производства: большой объем производства может привести к снижению себестоимости и увеличению эффективности. Он также может повысить конкурентоспособность предприятия путем обеспечения спроса на рынке и удовлетворения потребностей клиентов.

4. Брак на производстве: высокий уровень брака на производстве может негативно сказаться на качестве продукции и репутации предприятия. Это может привести к потере клиентов и снижению конкурентоспособности.

5. Фонд заработной платы: адекватное и конкурентоспособное вознаграждение сотрудников привлекает высококвалифицированный персонал и способствует повышению производительности труда, что может улучшить конкурентоспособность предприятия.

6. Уровень рентабельности: высокий уровень рентабельности свидетельствует о эффективном использовании ресурсов предприятия и его конкурентоспособности. Рентабельность влияет на финансовую устойчивость и возможность инвестирования в развитие.

7. Платежеспособность: способность предприятия своевременно выполнять финансовые обязательства повышает его доверие и репутацию на рынке. Высокая платежеспособность способствует привлечению инвестиций и укрепляет конкурентоспособность.

8. Ликвидность: высокая ликвидность предприятия позволяет ему быстро реагировать на изменения на рынке, инвестировать в развитие и обеспечивать бесперебойную производственную деятельность, что может повысить его конкурентоспособность.

9. Финансовая устойчивость: предприятие с хорошей финансовой устойчивостью способно выдерживать экономические кризисы, имеет возможность

инвестировать в инновации и развитие, что может повысить его конкурентоспособность.

10. Состояние и износ основных средств производственного предприятия имеют существенное отрицательное влияние на его конкурентоспособность, эффективность производственного процесса качество продукции.

11. Потери из-за неиспользования всех производственных мощностей: неиспользование всех производственных мощностей может привести к увеличению себестоимости продукции и снижению эффективности предприятия. Это может отрицательно сказаться на его конкурентоспособности.

12. Обновление и выход из эксплуатации основных средств: своевременное обновление и выход из эксплуатации устаревших основных средств позволяет предприятию быть в тенденциях рынка, улучшать производительность и конкурентоспособность.

13. Профессиональная структура работников: высокая квалификация и компетентность работников могут повысить качество продукции и эффективность работы предприятия, что положительно сказывается на его конкурентоспособности.

14. Уровень текучести кадров: высокая текучесть кадров может создавать проблемы в производственном процессе, ведя к снижению качества продукции и затратам на обучение новых сотрудников. Высокая текучесть кадров

способствует нестабильности конкурентоспособности предприятия.

15. Бизнес-активность: активное участие в бизнес-среде, поиск новых возможностей и адаптация к изменениям рынка способствуют росту и конкурентоспособности предприятия.

16. Объем инвестиций: высокий объем инвестиций позволяет предприятию внедрять новые технологии, модернизировать производство и повышать его конкурентоспособность.

17. Размер кредитов, особенно если он достигает отрицательных значений или превышает финансовую способность предприятия, может оказать негативное влияние на производственное предприятие.

18. Выручка от продаж: высокая выручка от продаж свидетельствует о спросе на продукцию предприятия и его конкурентоспособности.

19. Спрос на продукцию предприятия: высокий спрос на продукцию свидетельствует о конкурентоспособности предприятия. Обратная связь между спросом и конкурентоспособностью может быть взаимосвязана.

20. Уровень запасов готовой продукции на складе: оптимальный уровень запасов готовой продукции на складе позволяет предприятию оперативно удовлетворять потребности клиентов и поддерживать высокую конкурентоспособность.

21. Потребительские и экономические характеристики продукции: каче-

ство, цена, инновационность и соответствие требованиям потребителей определяют конкурентоспособность продукции и предприятия в целом.

22. Рыночная стоимость акций: высокая рыночная стоимость акций свидетельствует о доверии инвесторов и рынка к предприятию, что укрепляет его конкурентоспособность.

23. Прибыль на акцию: высокая прибыль на акцию является показателем эффективности предприятия и его привлекательности для инвесторов, что способствует конкурентоспособности.

24. Дивиденды на акцию: выплата стабильных и высоких дивидендов на акции привлекает инвесторов и повышает конкурентоспособность предприятия;

25. Уровень инфляции: высокий уровень инфляции может снижать конкурентоспособность предприятия, увеличивая себестоимость производства и цены на продукцию.

26. Нормативные ставки обязательных налогов и сборов: высокие нормативные ставки налогов и сборов могут оказывать негативное влияние на финансовое положение предприятия и его конкурентоспособность.

27. Эффективность маркетинговых мероприятий: эффективные маркетинговые мероприятия способствуют привлечению клиентов, увеличению объема продаж и повышению конкурентоспособности.

28. Уровень лояльности потребителей: высокий уровень лояльности потребителей обеспечивает повторные покупки, рекомендации и поддержку предприятия, что способствует его конкурентоспособности

29. Репутация предприятия: хорошая репутация предприятия на рынке создает доверие клиентов, инвесторов и партнеров, что укрепляет его конкурентоспособность.

30. Распределение продукции: эффективное распределение продукции позволяет предприятию доставлять свою продукцию клиентам вовремя и с минимальными затратами, что способствует его конкурентоспособности.

31. Качество продукции: высокое качество продукции является ключевым фактором конкурентоспособности предприятия. Оно обеспечивает удовлетворение потребностей клиентов, повышает их лояльность и способствует репутации предприятия.

32. Конкурентоспособность предприятия: конкурентоспособность предприятия зависит от множества факторов, взаимосвязь которых образует сложную картины. Взаимодействие этих факторов определяет успех и результативность предприятия на рынке.

Наконец, на основе концептуальных переменных, нечетких функций принадлежности и нечетких правил была построена нечеткая когнитивная карта конкурентоспособности машиностроительного предприятия (рис. 1).

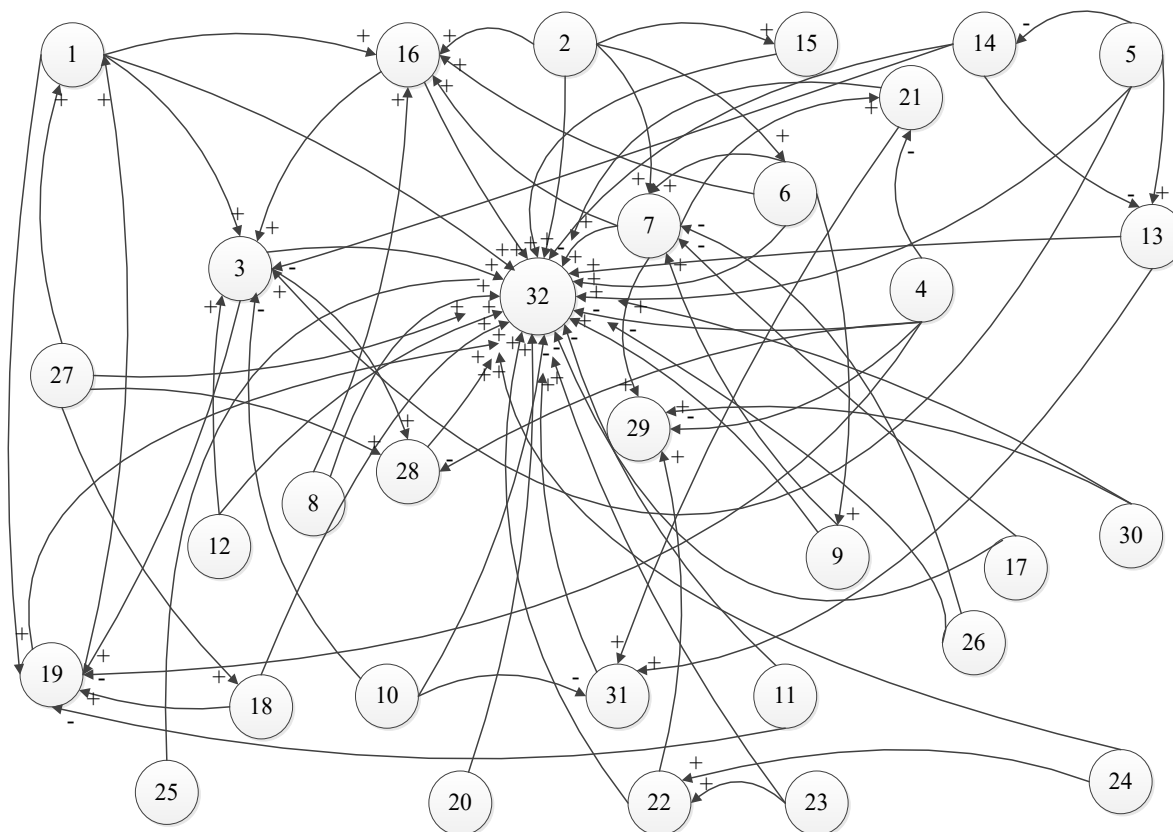


Рис. 1. Нечеткая когнитивная карта отношений между концептуальными переменными

Fig. 1. Fuzzy cognitive map of relationships between conceptual variables

Формализация метода приводит к представлению системы конкурентоспособности машиностроительного предприятия в виде когнитивной матрицы, которая имеет следующий вид:

$$X = \langle E, A \rangle, \quad (1)$$

где $E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$ представляет собой множество факторов или концептов.

Введем бинарное отношение A – бинарное отношение на множестве E , которое определяет связи между его элементами. Если изменение концепта e_i (причины) влияет на изменение значения концепта e_j (следствия), то элементы e_i и e_j считаются связанным отношением (обозначается $e_i A e_j$). В данном случае ис-

пользуется терминология когнитивного моделирования, где e_i влияет на концепт e_j . Отношение A может быть представлено как объединение двух непересекающихся подмножеств:

$$A = A^+ \cup A^-, \quad (2)$$

где A^+ представляет собой множество положительных связей, а A^- – множество отрицательных связей.

На следующем этапе было введено понятие интенсивности влияния, которое может быть определено при использовании нечетких когнитивных карт. Элементы a_{ij} таких карт характеризуют направление и степень интенсивности (вес) влияния между концептами e_i и e_j :

$$a_{ij} = a(e_i, e_j), \quad (3)$$

где a – нормативный показатель интенсивности влияния, обладающий следующими характеристиками:

- 1) $-1 \leq a_{ij} \leq +1$;
- 2) $a_{ij} = 0$, если e_i не зависит от e_j (влияние отсутствует);
- 3) $a_{ij} = 1$, при самом большом положительном влиянии e_i на e_j т. е. когда любое изменение, связанное с концептом e_j ,

однозначно определено действиями, связанным с концептом e_i ;

- 4) $a_{ij} = -1$ при самом большом отрицательном влиянии, т. е. когда любая реализация изменений, связанных с концептом e_j , однозначно подавляется действиями, связанными с концептом e_i .

В таблице 1 приведены значения интенсивностей влияния факторов конкурентоспособности машиностроительного предприятия.

Таблица 1. Перечень факторов, влияющих на конкурентоспособность машиностроительного предприятия

Table 1. List of factors affecting the competitiveness of a machine-building enterprise

Факторы	Характер и интенсивность влияния на целевые концепты – следствия
1. Объем реализации предприятия	+0,9
2. Прибыльность предприятия	+0,8
3. Объем производства	+0,5
4. Брак на производстве	-0,6
5. Фонд заработной платы	+0,3
6. Уровень рентабельности	+0,9
7. Платежеспособность	+0,9
8. Ликвидность	+0,7
9. Финансовая устойчивость	+0,8
10. Состояние и износ основных средств	-0,4
11. Потери из-за неиспользования всех производственных мощностей	-0,3
12. Обновление и выход из эксплуатации основных средств	+0,3
13. Профессиональная структура работников	+0,7
14. Уровень текучести кадров	-0,4
15. Бизнес-активность	+0,8
16. Объем инвестиций	+0,8
17. Размер кредитов	-0,6
18. Выручка от продаж	+0,4
19. Спрос на продукцию предприятия	+0,7
20. Уровень запасов готовой продукции на складе	+0,7
21. Потребительские и экономические характеристики продукции	+1

Окончание табл. 1 / Table 1 (ending)

Факторы	Характер и интенсивность влияния на целевые кон-цепты – следствия
22. Рыночная стоимость акций	+0,7
23. Прибыль на акцию	+0,3
24. Дивиденды на акцию	+0,5
25. Уровень инфляции	+0,8
26. Нормативные ставки обязательных налогов и сборов	–0,6
27. Эффективность маркетинговых мероприятий	+0,8
28. Уровень лояльности потребителей	+1
29. Репутация предприятия	+0,7
30. Распределение продукции	+0,6
31. Качество продукции	+0,8
32. Конкурентоспособность предприятия	+0,7

При определении силы влияния факторов на конкурентоспособности была использована шкала соответствия

(табл. 2), переводящая экспертные оценки в количественные значения от 0 до 1.

Таблица 2. Шкала для формализации силы влияния факторов на конкурентоспособность машиностроительного предприятия

Table 2. Scale for formalizing the strength of the influence of factors on the competitiveness of a machine-building enterprise

Элемент шкалы	Интерпретация в терминах силы влияния
0–0,1	Отсутствие влияния
0,1–0,3	Минимальное влияние
0,3–0,5	Незначительное влияние
0,5–0,7	Умеренное влияние
0,7–0,9	Значительное влияние
0,9–1	Сильное влияние
1	Максимальное влияние

На основе полученных оценка была построена общая когнитивная карта, показывающая направление и силу влияния

выделенных факторов на интегральный показатель конкурентоспособности машиностроительного предприятия (рис. 2).

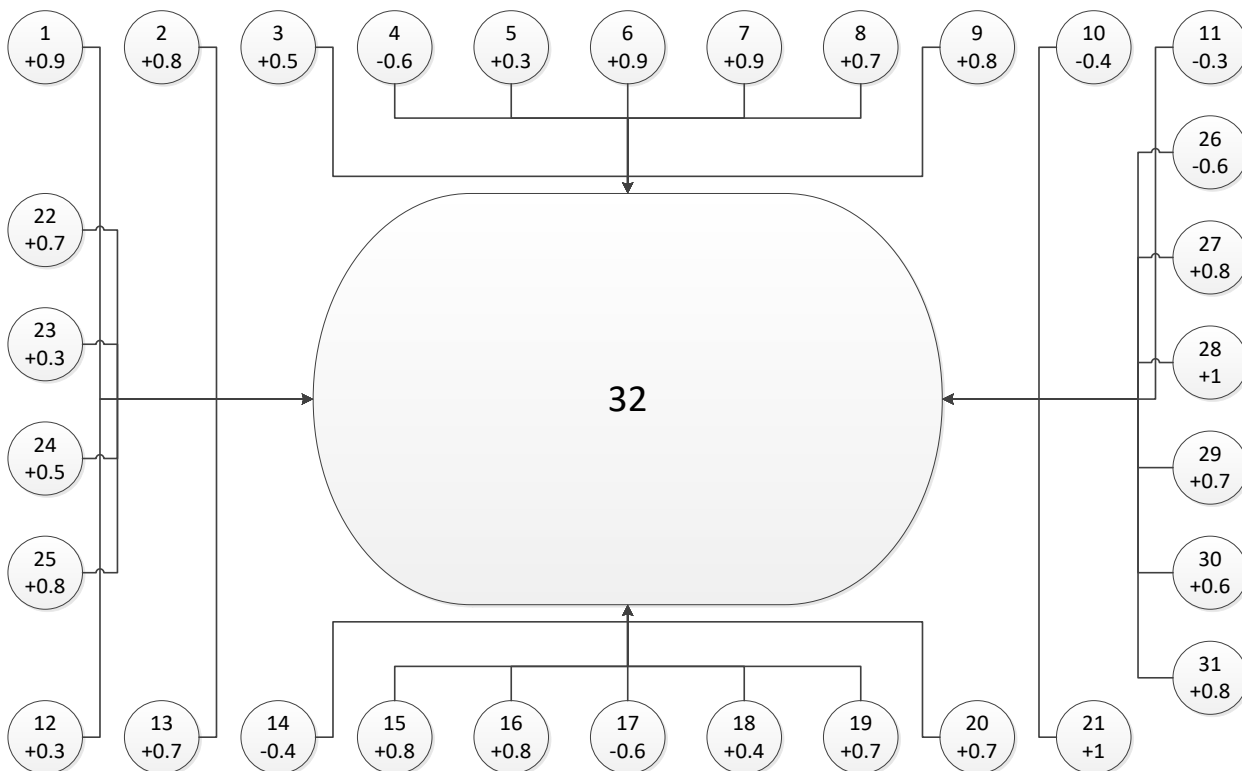


Рис. 2. Общая когнитивная карта, в которой отражен характер связей и влияний факторов на конкурентоспособность машиностроительных предприятий

Fig. 2. General cognitive map, which reflects the nature of the relationships and influences of factors on the competitiveness of machine-building enterprises

Результаты и их обсуждение

В ходе исследования были определены ключевые этапы разработки НКК для анализа конкурентоспособности машиностроительного предприятия. Эти этапы включают определение концептуальных переменных, определение отношений между переменными, определение нечеткой функции принадлежности и разработку нечетких правил. Затем создается сама НКК, которая представляет собой графическое изображение взаимосвязей между концептуальными переменными.

Определение концептуальных переменных является первым и важным шагом в разработке НКК. В данном случае

для анализа конкурентоспособности машиностроительного предприятия были выбраны факторы, такие как качество продукции, технологические возможности, цены и другие, которые имеют потенциальное влияние на успех и конкурентные преимущества предприятия. Это позволяет учесть различные аспекты, которые считаются значимыми в контексте конкурентоспособности.

Определение отношений между концептуальными переменными является вторым шагом и позволяет выявить связи и взаимодействия между переменными. Эти отношения могут быть положительными или отрицательными, что указывает на согласованное или противоположное воздействие переменных

друг на друга. Четкое определение этих отношений позволяет более точно моделировать и анализировать влияние переменных на конкурентоспособность предприятия.

Определение нечеткой функции принадлежности для каждой концептуальной переменной является третьим шагом. Нечеткая функция принадлежности позволяет учесть нечеткость и размытость данных, а также учесть различные степени влияния каждого значения переменной на конкурентоспособность предприятия. Она выражается числовым значением от 0 до 1, указывая на степень принадлежности каждого значения к нечетким множествам, определенным для каждой переменной.

Определение нечетких правил является четвертым шагом и позволяет описать логические связи или условия между концептуальными переменными. Эти правила описывают зависимости между переменными и помогают понять, как изменения в одной переменной могут повлиять на другую переменную. Они формулируются на основе экспертного знания и опыта в предметной области.

Последним шагом является создание самой НКК, которая визуализирует структуру и взаимосвязи между концептуальными переменными. На НКК каждая переменная представлена своим нечетким множеством, а отношения между переменными выражены в терминах нечетких правил. Это графическое изображение позволяет лучше понять влияние

каждой переменной на конкурентоспособность предприятия и может быть полезным для анализа и принятия решений, направленных на улучшение конкурентоспособности.

Выводы

Метод построения НКК представляет собой мощный инструмент для анализа и оценки конкурентоспособности машиностроительного предприятия. В контексте конкурентной среды и постоянно меняющихся условий рынка понимание факторов, влияющих на конкурентоспособность, становится критически важным для успешного функционирования предприятия.

Одной из основных преимуществ НКК является его способность учитывать неопределенность и нечеткость входных данных. В контексте конкурентоспособности множество факторов может быть сложно оценить или измерить точно. НКК позволяет работать с нечеткими понятиями и неопределенными связями между переменными, что увеличивает точность и реалистичность результатов анализа.

Кроме того, НКК позволяет лучше понять взаимосвязи между концептуальными переменными, т. е. выявить зависимости и влияния одних факторов на другие. Это позволяет идентифицировать ключевые факторы, которые могут оказывать наибольшее влияние на конкурентоспособность предприятия, и определить приоритетные направления для улучшения.

Применение НКК в анализе конкурентоспособности машиностроительного предприятия может помочь в принятии обоснованных решений по улучшению его позиций на рынке. Результаты анализа могут служить основой для разработки стратегий развития, оптимизации процессов производства, управления финансами, маркетинговых действий и других аспектов, влияющих на конкурентоспособность.

В целом использование НКК в анализе конкурентоспособности предприятия позволяет более полно и системно рассмотреть влияние различных факторов и их взаимосвязи. Это помогает предприятию лучше понять свои сильные и слабые стороны, выявить потенциал для улучшения и принять обоснованные решения, направленные на повышение конкурентоспособности и достижение успеха на рынке.

Список литературы

1. Zhang X. Research on core competitiveness evaluation of small and medium sized enterprises with hesitant triangular fuzzy multiple attribute decision making // *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*. 2023. Vol. 45, N 2. P. 1–11. <https://doi.org/10.3233/JIFS-232839>.
2. Balan V. Fuzzy evaluation of the competitiveness of business models of enterprises // *Economic development strategies: micro, macro and mesoeconomic levels*. 2021. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-191-6-22>.
3. Ивахник Д. Е. Конкурентоспособность бизнес-процессов предприятия: понятие и метод оценки // *Актуальные проблемы экономики и менеджмента*. 2022. № 1(33). С. 5–15.
4. Михайлов М. Н. Оценка конкурентоспособности предприятий машиностроительного комплекса // *Российское предпринимательство*. 2012. № 1(99). С. 120–127.
5. Третьяков В. Д., Калина А. В., Ерыпалов С. Е. Оценка конкурентоспособности крупных машиностроительных комплексов // *Вестник УрФУ. Серия: Экономика и управление*. 2016. Т. 15, № 2. С. 198–219. <https://doi.org/10.15826/vestnik.2016.15.2.011>.
6. Панюкова Е. А. Реализация стратегии развития в рамках повышения конкурентоспособности промышленного предприятия // *Молодежь и наука: шаг к успеху: сборник научных статей IV Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых*. Курск: Университетская книга, 2020. Т. 1. С. 155–158.
7. Чернышова Г. Ю. Методика оценки конкурентоспособности промышленного предприятия с использованием моделей искусственного интеллекта // *Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета*. 2009. № 4(28). С. 200–202.
8. Vitiuk A. The study of the competitiveness of leading engineering enterprises // *Innovation and Sustainability*. 2022. P. 124–131. <https://doi.org/10.31649/ins.2022.3.124.131>.

9. Rotshtein A. Fuzzy cognitive maps in the dependability analysis of systems // *Dependability*. 2019. Vol. 19, N 4. P. 24–31. <https://doi.org/10.21683/1729-2646-2019-19-4-24-31>.
10. Палюх Б. В., Какатунова Т. В. Нечеткая когнитивная карта как инструмент моделирования инновационной деятельности на региональном уровне // *Программные продукты и системы*. 2012. № 4. С. 26–31.
11. Мингалева Ж. А., Старков Ю. В., Тарасов А. В. Повышение конкурентоспособности предприятий на основе выбора стратегических альтернатив развития // *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право*. 2019. Т. 19, № 2. С. 155–164. <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2019-19-2-155-164>.
12. Халин Ю. А., Сизов А. С., Игнатенко А. Н. Нечётко-множественная модель многокритериальной оценки конкурентоспособности предприятия // *Известия Юго-Западного государственного университета*. 2011. № 5-1 (38). С. 53–57.
13. Захарова А. А., Подвесовский А. Г., Исаев Р. А. Нечеткие когнитивные модели в управлении слабоструктурированными социально-экономическими системами // *Информационные и математические технологии в науке и управлении*. 2020. № 4(20). С. 5–23. <https://doi.org/10.38028/ESI.2020.20.4.001>.
14. Круглов И. В. Особенности методики оценки конкурентоспособности продукции машиностроительных предприятий // *Инновационная наука*. 2016. № 2-2. С. 11–14.
15. Яксанова Н. Н., Яксанов Д. С. Разработка методики оценки уровня конкурентоспособности промышленного предприятия в современных условиях // *Экономический журнал*. 2018. № 3(51). С. 33–49.
16. Мишустина Т. С. Когнитивные технологии в процессе разработки системы управления конкурентоспособностью предприятия и его торговой марки // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. 2013. № 2. С. 104–110.
17. Тополева Т. Н. Управление модернизацией предприятий машиностроения в рамках интегрированных корпоративных структур // *Управленческие науки*. 2018. Т. 8, № 3. С. 108–119. <https://doi.org/10.26794/2404-022X-2018-8-3-108-119>.
18. Кузьбожев Э. Н., Можейко А. Г., Халин Ю. А. Управление инновационными процессами на основе интеллектуальных информационных технологий // *Известия Юго-Западного государственного университета*. 2011. № 6-2 (39). С. 83–86.
19. Лисицин Л. А., Халин Ю. А., Лисицин А. Л. Системы поддержки принятия управленческих решений в условиях неполной информации // *Известия Юго-Западного государственного университета*. 2012. № 4-2 (43). С. 95–99.
20. Сизов А. С., Халин Ю. А., Цепов А. Ю. Обработка данных на основе owa-оператора и ДСМ-метода для оценки риска инвестирования малого инновационного предприятия // *Телекоммуникации*. 2014. № 12. С. 42–45.

21. Васяйчева В. А. Проблемы и перспективы развития транспортного машиностроения в условиях «новой» экономики // Цифровая экономика: проблемы и перспективы развития: сборник научных статей Межрегиональной научно-практической конференции. Курск: Университетская книга, 2019. Т. 2. С. 93–101.

22. Халин Ю. А. Подход к прогнозированию состояний конкурирующих предприятий на основе ДСМ – метода автоматического порождения гипотез // Естественные и технические науки. 2011. № 6 (56). С. 521–22.

References

1. Zhang X. Research on core competitiveness evaluation of small and medium sized enterprises with hesitant triangular fuzzy multiple attribute decision making. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 2023, vol. 45, no. 2, pp. 1–11. <https://doi.org/10.3233/JIFS-232839>

2. Balan V. Fuzzy evaluation of the competitiveness of business models of enterprises. *Economic Development Strategies: Micro, Macro and Meso-economic Levels*, 2021. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-191-6-22>

3. Ivakhnik D. E. Konkurentosposobnost' biznes-protsessov predpriyatiya: ponyatiye i metod otsenki [Competitiveness of business processes of an enterprise: concept and method of assessment]. *Aktual'nyye problemy ekonomiki i menedzhmenta = Current Problems of Economics and Management*, 2022, no. 1(33), pp. 5–15.

4. Mikhailov M. N. Otsenka konkurentosposobnosti predpriyatiy mashinostroitel'nogo kompleksa [Assessing the competitiveness of enterprises of the machine-building complex]. *Rossiyskoye predprinimatel'stvo = Russian Entrepreneurship*, 2012, no. 1(99), pp. 120–127.

5. Tretyakov V. D., Kalina A. V., Erypalov S. E. Otsenka konkurentosposobnosti krupnykh mashinostroitel'nykh kompleksov [Assessing the competitiveness of large machine-building complexes]. *Vestnik UrFU. Seriya: Ekonomika i upravleniye = Bulletin of UrFU. Series: Economics and Management*, 2016, vol. 15, no. 2, pp. 198–219. <https://doi.org/10.15826/vestnik.2016.15.2.011>

6. Panyukova E. A. [Implementation of development strategy within the framework of increasing the competitiveness of an industrial enterprise]. *Molodezh' i nauka: shag k uspehu. Sbornik nauchnykh statej IV Vserossijskoj nauchnoj konferencii perspektivnykh razrabotok molodyh uchenykh* [Youth and science: a step towards success. Collection of scientific articles of the IV All-Russian Scientific Conference of promising developments of young scientists]. Kursk, Universitetskaya kniga Publ., 2020, pp. 155–158. (In Russ.)

7. Chernyshova G. Yu. Metodika otsenki konkurentosposobnosti promyshlennogo predpriyatiya s ispol'zovaniyem modeley iskusstvennogo intellekta [Methodology for assessing the competitiveness of an industrial enterprise using artificial intelligence models].

Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo universiteta = Bulletin of the Saratov State Socio-Economic University, 2009, no. 4(28), pp. 200–202.

8. Vitiuk A. The study of the competitiveness of leading engineering enterprises. *Innovation and Sustainability*, 2022, pp. 124–131. <https://doi.org/10.31649/ins.2022.3.124.131>

9. Rotshtein A. Fuzzy cognitive maps in the dependability analysis of systems. *Dependability*, 2019, vol. 19 (4), pp. 24–31. <https://doi.org/10.21683/1729-2646-2019-19-4-24-31>

10. Palyukh B.V., Kakatunova T.V. Nechetkaya kognitivnaya karta kak instrument modelirovaniya innovatsionnoy deyatel'nosti na regional'nom urovne [Fuzzy cognitive map as a tool for modeling innovative activity at the regional level]. *Programmnyye produkty i sistemy = Software Products and Systems*, 2012, no. 4, pp. 26–31.

11. Mingaleva Zh. A., Starkov Yu. V., Tarasov A. V. Povysheniye konkurentosposobnosti predpriyatiy na osnove vybora strategicheskikh al'ternativ razvitiya [Increasing the competitiveness of enterprises based on the choice of strategic development alternatives]. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Ekonomika. Upravleniye. Pravo = Proceedings of Saratov University. New Episode. Series: Economics. Control. Right*, 2019, vol. 19, no. 2, pp. 155–164. <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2019-19-2-155-164>

12. Khalin Yu. A., Sizov A. S., Ignatenko A. N. Nechetko-mnozhestvennaya model' mnogokriterial'noy otsenki konkurentosposobnosti predpriyatiya [Fuzzy-set model for multi-criteria assessment of the competitiveness of an enterprise]. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta = Proceedings of the Southwest State University*, 2011, no. 5-1 (38), pp. 53–57.

13. Zakharova A. A., Podvesovsky A. G., Isaev R. A. Nechetkiye kognitivnyye modeli v upravlenii slabostrukturirovannymi sotsial'no-ekonomicheskimi sistemami [Fuzzy cognitive models in the management of weakly structured socio-economic systems]. *Informatsionnyye i matematicheskiye tekhnologii v nauke i upravlenii = Information and Mathematical Technologies in Science and Management*, 2020, no. 4(20), pp. 5–23. <https://doi.org/10.38028/ESI.2020.20.4.001>

14. Kruglov I. V. Osobennosti metodiki otsenki konkurentosposobnosti produktsii mashinostroitel'nykh predpriyatiy [Features of the methodology for assessing the competitiveness of products of machine-building enterprises]. *Innovatsionnaya nauka = Innovative Science*, 2016, no. 2-2, pp. 11–14.

15. Yaksanova N. N., Yaksanov D. S. Razrabotka metodiki otsenki urovnya konkurentosposobnosti promyshlennogo predpriyatiya v sovremennykh usloviyakh [Development of a methodology for assessing the level of competitiveness of an industrial enterprise in modern conditions]. *Ekonomicheskii zhurnal = Economic Journal*, 2018, no. 3(51), pp. 33–49.

16. Mishustina T. S. Kognitivnyye tekhnologii v protsesse razrabotki sistemy upravleniya konkurentosposobnost'yu predpriyatiya i yego trgovoy marki [Cognitive technologies in the

process of developing a system for managing the competitiveness of an enterprise and its trademark]. *Aktual'nyye problemy gumanitarnykh i yestestvennykh nauk = Current Problems of the Humanities and Natural Sciences*, 2013, no. 2, pp. 104–110.

17. Topoleva T. N. Upravleniye modernizatsiyey predpriyatiy mashinostroyeniya v ramkakh integrirovannykh korporativnykh struktur [Management of modernization of mechanical engineering enterprises within the framework of integrated corporate structures]. *Upravlencheskiye nauki = Management Sciences*, 2018, vol. 8, no. 3, pp. 108–119. <https://doi.org/10.26794/2404-022X-2018-8-3-108-119>

18. Kuzbozhev E. N., Mozheiko A. G., Khalin Yu. A. Upravleniye innovatsionnymi protsessami na osnove intellektual'nykh informatsionnykh tekhnologiy [Management of innovative processes based on intelligent information technologies]. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta = Proceedings of the Southwest State University*, 2011, no. 6-2 (39), pp. 83–86.

19. Lisitsin L. A., Khalin Yu. A., Lisitsin A. L. Sistemy podderzhki prinyatiya upravlencheskikh resheniy v usloviyakh nepolnoy informatsii [Systems for supporting management decision-making in conditions of incomplete information]. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta = Proceedings of the Southwest State University*, 2012, no. 4-2 (43), pp. 95–99.

20. Sizov A. S., Khalin Yu. A., Tsepov A. Yu. Obrabotka dannykh na osnove owa-operatora i DSM-metoda dlya otsenki riska investirovaniya malogo innovatsionnogo predpriyatiya [Data processing based on the owa operator and the DSM method for assessing the investment risk of a small innovative enterprise]. *Telekommunikatsii = Telecommunications*, 2014, no. 12, pp. 42–45.

21. Vasyaycheva V. A. [Problems and prospects for the development of transport engineering in the conditions of the "new" economy]. *Cifrovaya ekonomika: problemy i perspektivy razvitiya. Sbornik nauchnykh statej Mezhhregional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Digital economy: problems and prospects of development. Collection of scientific articles of the Interregional scientific and practical conference]. Kursk, Universitetskaya kniga Publ., 2019, pp. 93–101. (In Russ.)

22. Khalin Yu. A. Podkhod k prognozirovaniyu sostoyaniy konkuriruyushchikh predpriyatiy na osnove DSM – metoda avtomaticheskogo porozhdeniya gipotez [An approach to forecasting the states of competing enterprises based on DSM – the method of automatic generation of hypotheses]. *Yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki = Natural and Technical Sciences*, 2011, no. 6 (56), pp. 521–522.

Информация об авторах / Information about the Authors

Буйневич Ирина Александровна, аспирант,
Юго-Западный государственный университет,
г. Курск, Российская Федерация,
e-mail: ira.buynovich@yandex.ru,
ORCID: 0009-0009-4634-0581

Irina A. Buinevich, Post-Graduate Student,
Southwest State University,
Kursk, Russian Federation,
e-mail: ira.buynovich@yandex.ru,
ORCID: 0009-0009-4634-0581

Кriuшина Юлия Алексеевна, аспирант,
Юго-Западный государственный университет,
г. Курск, Российская Федерация,
e-mail: july.tchict@yandex.ru,
ORCID: 0009-0000-1898-8668

Yulia A. Kriushina, Post-Graduate Student,
Southwest State University,
Kursk, Russian Federation,
e-mail: july.tchict@yandex.ru,
ORCID: 0009-0000-1898-8668

Халин Юрий Алексеевич, кандидат
технических наук, доцент, доцент кафедры
программной инженерии, Юго-Западный
государственный университет,
г. Курск, Российская Федерация,
e-mail: yur-khalin@yandex.ru,
ORCID: 0000-0002-7020-8515

Yuri A. Khalin, Cand. of Sci. (Engineering),
Associate Professor, Associate Professor
of the Department of Software Engineering,
Southwest State University,
Kursk, Russian Federation,
e-mail: yur-khalin@yandex.ru,
ORCID: 0000-0002-7020-8515

Катыхин Александр Иванович, кандидат
технических наук, доцент, доцент кафедры
программной инженерии, Юго-Западный
государственный университет,
г. Курск, Российская Федерация,
e-mail: katykhin.a@yandex.ru,
ORCID: 0009-0008-6487-8126

Alexander I. Katykhin, Cand. of Sci.
(Engineering), Associate Professor, Associate
Professor of the Department of Software
Engineering, Southwest State University,
Kursk, Russian Federation,
e-mail: katykhin.a@yandex.ru,
ORCID: 0009-0008-6487-8126

Кriuшин Евгений Александрович,
аспирант, Юго-Западный государственный
университет, г. Курск, Российская Федерация,
e-mail: july.tchict@yandex.ru,
ORCID: 0009-0006-9772-5367

Evgeniy A. Kriushin, Post-Graduate Student,
Southwest State University,
Kursk, Russian Federation,
e-mail: july.tchict@yandex.ru,
ORCID: 0009-0006-9772-5367