

УДК 338.001.36

UDC 338.001.36

08.00.13 - Математические и инструментальные методы экономики (экономические науки)

Mathematical and instrumental methods of Economics

Использование методов машинного обучения и искусственного интеллекта для анализа социально-экономического развития городских округов, районов и поселений Краснодарского края

USING METHODS OF MACHINE LEARNING AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR THE ANALYSIS OF SOCIAL AND ECONOMIC DEVELOPMENT OF URBAN DISTRICTS, AREAS AND SETTLEMENTS OF THE KRASNODAR REGION

Коваленко Анна Владимировна
Кандидат экономических наук, доцент
Scopus Author ID: 55328224000
SPIN-код автора: 3693-4813

Kovalenko Anna Vladimirovna
Cand.Econ.Sci., associate professor
Scopus Author ID: 55328224000
RSCI SPIN-code: 3693-4813

Сюсюра Дарья Алексеевна
SPIN-код автора: 1665-1181
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», Краснодар, Россия

Syusyura Daria Alekseevna
Student, RSCI SPIN-code: 1665-1181
Kuban State University, Krasnodar, Russia

Теунаев Дагир Мазанович
Доктор экономических наук, профессор
ФГБОУ ВО Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия," г.Черкесск, Россия

Teunayev Dagir Mazanovich
Dr.Sci.Econ., professor
North Caucasus State University of Humanities and Technology, Cherkessk, Russia

В статье рассматривается использование методов машинного обучения и нечетких продукционных систем для исследования социально-экономического развития городских округов, районов и поселений Краснодарского края. Рассматриваются фундаментальные закономерности и их связи с количественными и качественными показателями

The article discusses the use of machine learning methods and fuzzy production systems for studying the social and economic development of urban districts, areas and settlements of the Krasnodar region. The fundamental patterns and their connection with quantitative and qualitative indicators are considered

Ключевые слова: НЕЙРОННЫЕ СЕТИ, МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ, НЕЧЁТКИЕ ПРОДУКЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ, ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ, МАТЛАВ, СТАТИСТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ, КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ

Keywords: NEURAL NETWORKS, MACHINE LEARNING METHODS, FUZZY PRODUCTION SYSTEMS, INPUT AND OUTPUT DATA, MATLAB, STATISTICAL DATA, KRASNODAR REGION

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-153-028>

Развитие современных информационных технологий основано на синергетическом эффекте, наблюдаемом в мультидисциплинарных научных исследованиях, таких как интеллектуальные интерфейсы, применение технологий искусственного интеллекта в различных областях и мобильных коммуникациях, перспективные человеко-машинные интерфейсы и т.д. [1-5]. Особенно это актуально для работы с большими данными, нечеткими, неполными и неточными данными, например, для

анализа и оценки социальных, экономических, финансовых и политических явлений и ситуаций. В том числе анализ экономической и финансовой деятельности региона, оценка и диагностика его состояния, его инвестиционной привлекательности и кредитоспособности с помощью современных интеллектуальных систем, являются своевременными и актуальными проблемами и задачами [2]. Поскольку в современных экономических условиях развития страны привлечение инвестиций является приоритетной задачей. А значит роль повышения инвестиционной привлекательности, как государства в целом, так и регионов его образующих значительно возрастает [6-7].

Использование методов машинного обучения и искусственного интеллекта [8-15] для теоретического исследования социально-экономического развития городских округов, районов и поселений Краснодарского края, а также теоретическое исследование фундаментальных закономерностей социально-экономического развития регионов и их связи не только с количественными финансово-экономическими показателями [7, 11], но и с качественными позволит дать адекватную оценку всего Краснодарского края, и субъектов его составляющих. Для решения подобных задач целесообразно использовать подход, основанный на использовании методов многомерного статистического анализа [6, 9, 16] и нечетких продукционных систем [17-23] с использованием общедоступных официальных статистических данных, публикуемых территориальными органами Федеральной службы государственной статистики и Министерством финансов Российской Федерации и органами региональной исполнительной власти.

Основная идея состоит в том, чтобы теоретическое исследовать фундаментальные закономерности социально-экономического развития городских округов, районов и городских поселений Краснодарского края. Выбрать и провести анализ количественных и качественных независимых

финансово-экономических показателей, характеризующих социально-экономическое развитие городских округов, районов и городских поселений Краснодарского края [24].

Для этого потребуются создать и обучить искусственные нейронные сети и разработать нечёткие продукционные системы с использованием Fuzzy Logic и Matlab [22].

За исследование было выявлено 22 фактора, влияющих на оценку социально-экономического состояния субъектов Краснодарского края. Их количество может варьироваться в зависимости от выбранной группы субъектов. Для городских округов это число составляет 13; для муниципальных районов – 12; для городских поселений – 5 [6, 24].

Все данные системы строятся по типу Mamdani с помощью редактора FIS в среде Matlab [6, 9, 16]. В качестве входных переменных используются 22 нечеткие лингвистические переменные $x_1..x_{22}$, а в качестве выходных параметров – нечеткая лингвистическая переменная «рейтинг» [12]. В качестве терм-множества входных лингвистических переменных $x_1..x_{22}$ и выходных переменных используется множество: $T = \{ \text{«очень низкий»}, \text{«низкий»}, \text{«средний»}, \text{«высокий»} \}$, при этом каждая из термов входных переменных оценивается по шкале от 0 до 1, где $[0; 0.2]$ соответствует «очень низкий», а $[0.8; 1]$ – «очень высокий». Эта шкала аналогична и для выходных переменных.

В редакторе FIS рассматривается система для социально-экономической оценки муниципальных районов, городских округов, городских поселений с 12, 13 и 5 входами соответственно.

Задаются правила терм и их функции для входных и выходных переменных (нормированных и реальных) системы нечеткого вывода.

Далее определяются правила для нечеткого вывода экспертной системы. Их можно задать вручную. Но так как количество правил составляет 6^{12} для муниципальных районов, 6^{13} для городских округов и

6^5 (где степень это количество используемых переменных), параметр δ – определяет количество значений из множества $T=\{\text{«очень низкий»}, \text{«низкий»}, \text{«средний»}, \text{«высокий»}, \text{«очень высокий»}, \text{«попе»}\}$ для городских поселений, то перебор правил вначале проводится в Excel, а затем подгружается в Matlab в символьном виде и затем конфигурируется в правила. Конфигурацию правил можно увидеть на рисунке 5.

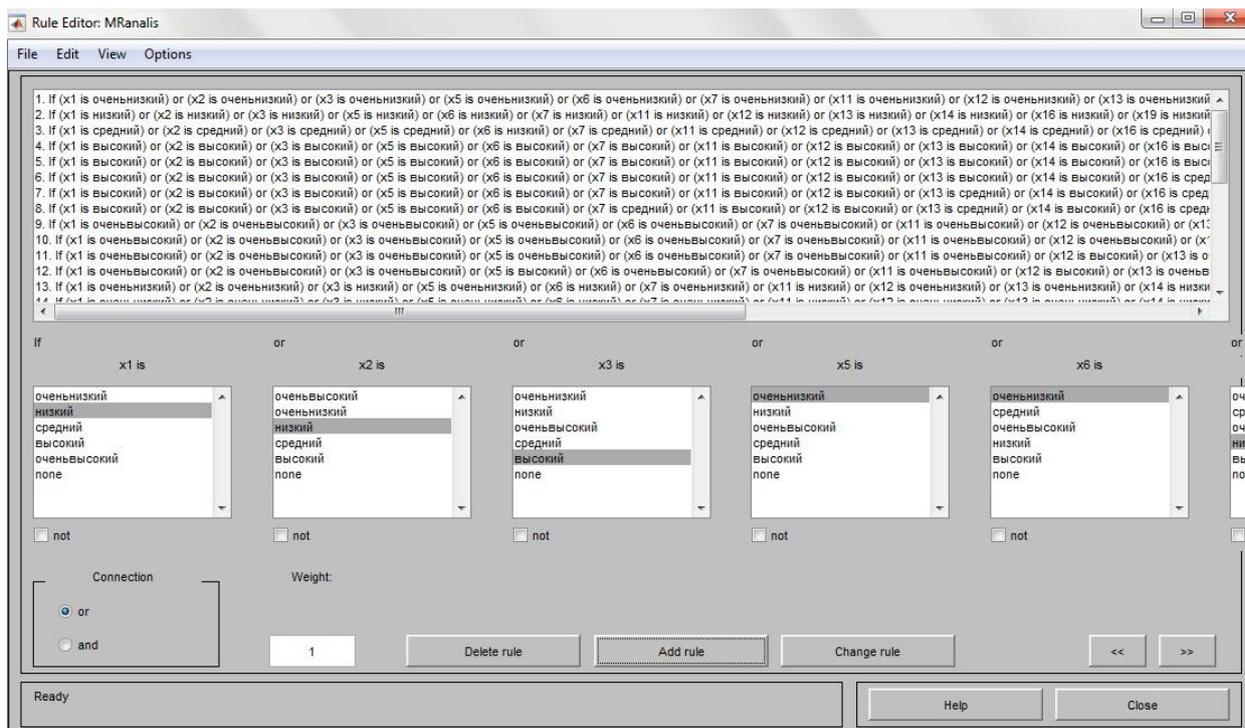


Рисунок 1 – Разработка правил нечеткого вывода для экспертной системы

После заданий правил возможно получить результаты нечеткого вывода. Для этого вызывается программа просмотра правил. Здесь можно изменять значения входных данных и смотреть как будет от этого меняться результат выходных данных, а также наблюдать за изменениями поведения разработанной нечеткой продукционной системы. На рисунке 2 представлен вариант просмотра правил для разработанной нечёткой продукционной системы. Это позволяет проверить адекватность работы системы и подкорректировать её.

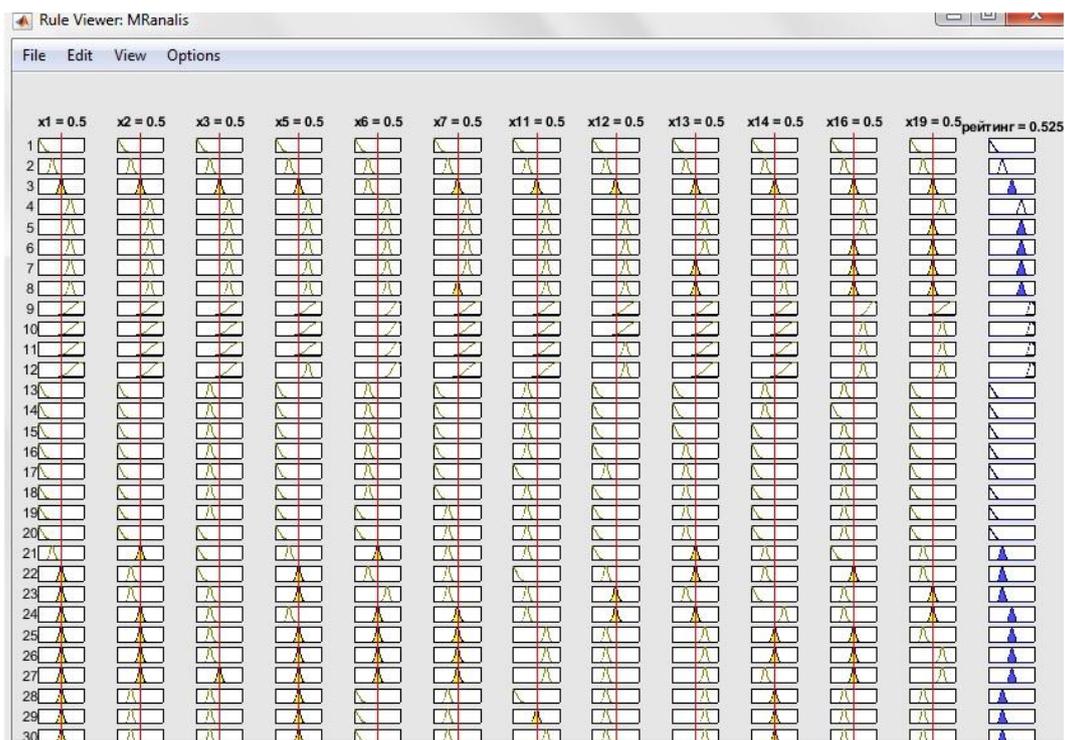


Рисунок 2 – Просмотр правил нечёткой продукционной системы MRanalis

И в случае необходимости есть возможность получить график зависимости, как на рисунке 3, выходной переменной от одной из ВХОДНЫХ.

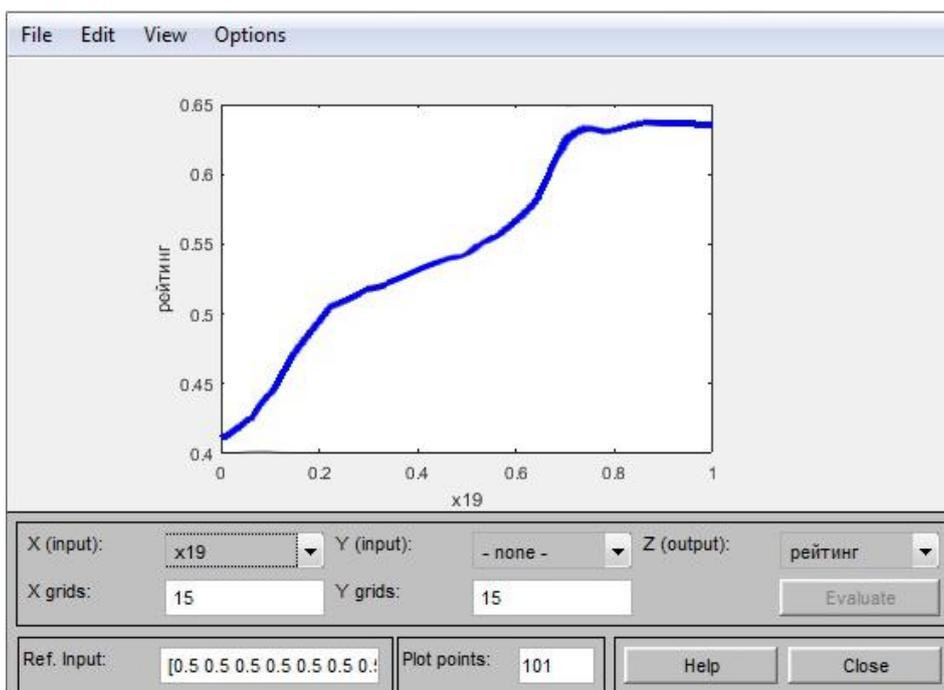


Рисунок 3 – График зависимости выходной переменной от x19

Чтобы создать нейронную сеть [9] для анализа социально-экономического положения субъектов Краснодарского края, необходимо сформировать data set, на котором она будет обучаться. Однако, данные для тренировки сети были сформированы ранее. Их и будем использовать при разработке искусственной нейронной сети в среде Matlab.

Импортируем из файлов Excel данные для коэффициентов $x_1..x_{22}$ во входные данные, на которых будем тренировать сеть. В выходные данные запишем данные из столбца «у», также импортированные из Excel. С помощью функции `nnstart` создадим и обучим нейронную сеть.

Рассмотрим график обучения нейронной сети, представленный на рисунке 4, чтобы удостовериться в её корректной тренировке. Результат сети адекватен из следующих соображений:

- а) заключительная среднеквадратичная ошибка (СКО) мала;
- б) ошибка проверочного и тестового наборов утверждения имеют подобные характеристики;
- в) переобучения не произошло.

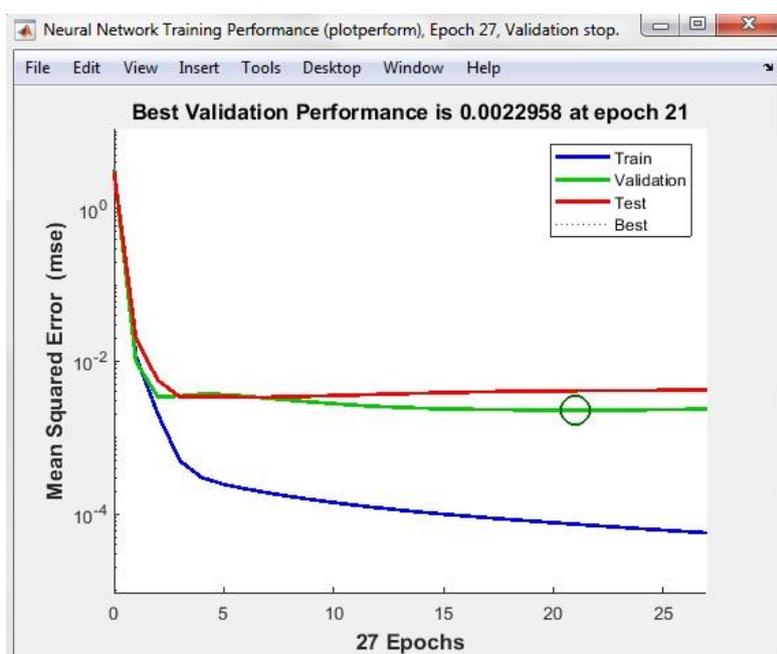


Рисунок 4 – График обучения сети

Данная сеть показывает хороший результат на тренировочных и тестовых данных, поэтому в дальнейшем можно применять её для задач классификации.

Анализ данных с помощью нечетких продукционных систем и нейронной сети показал, что очень высокие рейтинговые показатели среди городских округов имеют: Краснодар за 2009 – 2015 гг., Сочи за 2011 – 2015 гг. Самые низкие рейтинги присвоены: Анапе за 2009 – 2017 гг., Армавиру 2011 – 2015 гг. и Новороссийску за 2008 год. У большинства городских округов рейтинг имеет статус «средний». Что говорит о стабильном социально – экономическом развитии. К таким относится Горячий Ключ, Новороссийск и Геленджик.

Особенно на финансово-экономическое состояние городских округов, по результатам анализа, повлияли показатели x_1 – оценка численности населения, x_2 – общий объем всех продовольственных товаров, реализованных в границах муниципального района, в денежном выражении, x_6 – прибыль (убыток) до налогообложения текущего года. На это указывают графики зависимости выходного значения от заданного фактора.

Среди муниципальных районов преобладающий рейтинг «средний» часто граничит с «низким», равным 0,4. За счет этого дискриминантная оценка в статистическом анализе может быть ошибочной. Однако разработанная нечеткая продукционная система позволяет решить эту проблему за счет большого количества правил, которые регулируют классификацию и позволяют дать более точную оценку.

При оценке социально-экономического положения муниципальных районов следует опираться на такие факторы как x_5 – объем производства продукции сельского хозяйства, x_6 – объем производства продукции растениеводства, x_7 – объем производства продукции растениеводства x_{12} – общий объем всех продовольственных товаров, реализованных в

границах муниципального района, в денежном выражении, x_{14} – профит (дефицит) бюджета муниципального образования.

Очень низкие показатели имеют муниципальные районы: Мостовской, Отрадненский, Приморско-Ахтарский, Староминской, Успенский за 2009 год. Это говорит о том, что в 2009 году социально–экономическое положение этих регионов было кризисным.

«Очень высокий» рейтинг среди городских поселений Краснодарского края занимают Ахтырское, Хадыжинское, Нефтегорское, Псебайское, Черноморское, Джугбское поселения 2013 – 2017 гг.

Большой диапазон городских поселений с общей оценкой «средний» и «высокий». Их количество почти равнозначно. Что является хорошим показателем в социально – экономическом развитии городских поселений.

Если рассматривать поселения с низкими показателями, то в большинстве своем, они находятся на границе перехода в статус «средний», что так же подтверждает теорию об улучшении финансового положения региона.

Следует обратить внимание в развитии региона на такие факторы как x_{11} – ввод в действие жилых домов на территории муниципального образования и x_{13} – инвестиции в основной капитал за счет средств муниципального бюджета.

В целом, созданная авторами система нечеткого вывода "НПС_1.1" работает корректно и есть возможность отслеживать изменение данных и их влияние на выходную переменную. За счет чего сокращается количество ошибок, которые приходилось исправлять при многомерном статистическом анализе. Нейронная сеть "НС_01", созданная авторами, также подходит для получения точной оценки социально-экономического состояния региона, причем она применима и для прогнозирования дальнейшего развития регионов, что является существенным аргументом в пользу её использования.

Таким образом, использование методов машинного обучения и искусственного интеллекта для исследования социально-экономического развития городских округов, районов и поселений Краснодарского края, а также исследование фундаментальных закономерностей социально-экономического развития регионов и их связи с количественными и качественными финансово-экономическими показателями, проведенное авторами статьи, позволило дать адекватную оценку как всего Краснодарского края, так и субъектов его составляющих. Для решения этой задачи был использован подход, основанный на нечетко-нейросетевых методах с использованием общедоступных официальных статистических данных, публикуемых территориальными органами Федеральной службы государственной статистики и Министерством финансов Российской Федерации и органами региональной исполнительной власти. Основная его идея состояла в том, чтобы обнаружить латентные закономерности социально-экономического развития городских округов, районов и городских поселений Краснодарского края, а также выбрать и провести анализ количественных и качественных финансово-экономических показателей, характеризующих социально-экономическое развитие городских округов, районов и городских поселений Краснодарского края. Для этого потребовалось создать и обучить искусственные нейронные сети и разработать нечёткие продукционные системы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и администрации Краснодарского края в рамках научного проекта № 18-410-230036 р_а.

Литература

1. Луценко Е.В., Коваленко А.В., Печурин Е.К., Уртенев М.А.Х. Открытая персональная интеллектуальная технология разработки и применения адаптивных методик оценки инвестиционной привлекательности и кредитоспособности

предприятий // Вестник Пермского университета. Серия: Экономика. 2019. Т. 14. № 1. С. 20-50.

2. Узденов У.А., Коваленко А.В., Уртенев М.А.Х. Программный комплекс для анализа кредитоспособности регионов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 104. С. 1491-1500.

3. Луценко Е.В. Открытая масштабируемая интерактивная интеллектуальная On-line среда для обучения и научных исследований на базе асканализа и системы «Эйдос» Научный журнал КубГАУ, №130(06), 2017

4. Луценко Е.В. Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос». Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с.

5. Луценко Е.В. Количественный автоматизированный SWOT- и PEST-анализ средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос-Х++» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). С. 1367 – 1409

6. Сюсюра Д.А., Коваленко А.В. Использование методов многомерного статистического анализа данных для оценки социально-экономического развития городских округов, районов и поселений Краснодарского края // Прикладная математика XXI века: современные проблемы математики, информатики и моделирования Материалы всероссийской научно-практической конференции . 2019. С. 164-171.

7. Узденов У.А., Коваленко А.В., Уртенев М.А.Х. Современное финансово-экономическое состояние и пути повышения рейтинга карачаево-черкесской республики

8. Применение нейронных сетей для задач классификации URL – <https://basegroup.ru/community/articles/classification>

9. Барановская Т.П., Коваленко А. В., Уртенев М.Х, Кармазин В.Н. Современные математические методы анализа финансово-экономического состояния предприятия – Краснодар: КубГАУ, 2009, с. 96-128

10. Круглов В. В., Борисов В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика – Москва: Горячая линия – Телеком, 2002, с. 242-292

11. Узденов У.А., Коваленко А.В., Уртенев М.А.Х. Интеллектуальная система оценки кредитоспособности регионов. Часть 2. Нечеткие продукционные и гибридные системы // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 104. С. 1297-1308.

12. Леоненко А. В. Нечёткое моделирование в среде Matlab и Fuzzy TECH – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2005, с.133-216

13. Коваленко А.В., Кармазин В.Н. Комплексная оценка кредитоспособности предприятий малого и среднего бизнеса на основе нечетких моделей // Обозрение прикладной и промышленной математики. 2007. Т. 14. № 4. С. 722-724.

14. Арутюнян А.С., Коваленко А.В., Уртенев М.Х. Нейросетевые технологии финансово-экономического анализа. Краснодар, 2015. 130 с.

15. Казаковцева Е.В., Коваленко А.В., Уртенев М.А.Х. Нечеткие системы финансово-экономического анализа предприятий и регионов. Краснодар, 2013.

16. Коваленко А.В., Уртенев М.Х., Узденов У.А. Математические основы финансово-экономического анализа. Часть 1 Многомерный статистический анализ / Москва, 2010. 304 с.

17. Коваленко А.В., Цэдэв А.О. Анализ кризисного состояния предприятия на основе систем нечеткого вывода // Обозрение прикладной и промышленной математики. 2006. Т. 13. № 3. С. 498-499.

18. Коваленко А.В. Математические модели и инструментальные средства комплексной оценки финансово-экономического состояния предприятия // диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина. Краснодар, 2009, 210 с.

19. Коваленко А.В. Оценка кредитоспособности заёмщика при помощи нейронных сетей и нечётких множеств // Современное состояние и приоритеты развития фундаментальных наук в регионах труды III Всероссийской научной конференции молодых ученых и студентов, 2-5 октября 2006 г.. Краснодар, 2006. С. 190-192.

20. Шевченко И.В., Кармазин В.Н., Коваленко А.В. Комплексная оценка кредитоспособности предприятий малого и среднего бизнеса с помощью нечеткой продукционной системы // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2008. № 2 (2). С. 81-86.

21. Коваленко А.В., Кармазин В.Н. Диагностика состояния предприятия на основе нечётких продукционных систем // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2008. № 11. С. 20-27.

22. Коваленко А.В., Кармазин В.Н. Нечеткое моделирование в среде matlab кредитоспособности предприятий малого и среднего бизнеса // Проектирование научных и инженерных приложений в среде MATLAB Труды Всероссийской научной конференции. 2007. С. 1509-1520.

23. Коваленко А.В. Нейронная сеть и нечёткие множества, как инструмент оценки кредитоспособности заёмщика // Прикладная математика XXI века Материалы VI объединённой научной конференции студентов и аспирантов факультета прикладной математики. 2006. С. 56-58. 8

24. Коваленко А.В., Уртенев М.А.Х. Анализ социально-экономического развития городских округов, районов и поселений Краснодарского края // Экономическое прогнозирование: модели и методы Материалы XIV Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией В.В. Давниса. 2018. С. 71-76.

25. Коваленко А.В., Уртенев М.А.Х., Заикина Л.Н. Кластерный анализ финансово-экономического состояния предприятий строительной отрасли // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2010. № 60. С. 189-200.

26. Любимцева А.А., Коваленко А.В. Использование коэффициентного анализа для оценки финансово-экономического состояния предприятий Краснодарского края // Прикладная математика XXI века: современные проблемы математики, информатики и моделирования Материалы всероссийской научно-практической конференции . 2019. С. 75-79.

References

1. Lucenko E.V., Kovalenko A.V., Pechurina E.K., Urtenov M.A.H. Otkrytaja personal'naja intellektual'naja tehnologija razrabotki i primenenija adaptivnyh metodik ocenki investicionnoj privlekatel'nosti i kreditosposobnosti predpriyatij // Vestnik Permskogo universiteta. Serija: Jekonomika. 2019. T. 14. № 1. S. 20-50.

2. Uzdenov U.A., Kovalenko A.V., Urtenov M.A.H. Programmnyj kompleks dlja analiza kreditosposobnosti regionov // Politematiceskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 104. S. 1491-1500.

3. Lucenko E.V. Otkrytaja masshtabiruemaja interaktivnaja intellektual'naja On-line sreda dlja obuchenija i nauchnyh issledovanij na baze askanaliza i sistemy «Jejdos» Nauchnyj zhurnal KubGAU, №130(06), 2017

4. Lucenko E.V. Universal'naja kognitivnaja analiticheskaja sistema «Jejdos». Monografija (nauchnoe izdanie). – Krasnodar, KubGAU. 2014. – 600 s.

5. Lucenko E.V. Kolichestvennyj avtomatizirovannyj SWOT- i PEST-analiz sredstvami ASK-analiza i intellektual'noj sistemy «Jejdos-H++» / E.V. Lucenko // Politematiceskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №07(101). S. 1367 – 1409

6. Sjusjura D.A., Kovalenko A.V. Ispol'zovanie metodov mnogomernogo statisticheskogo analiza dannyh dlja ocenki social'no-jekonomicheskogo razvitiya gorodskih okrugov, rajonov i poselenij Krasnodarskogo kraja // Prikladnaja matematika XXI veka: sovremennye problemy matematiki, informatiki i modelirovanija Materialy vsrossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii . 2019. S. 164-171.

7. Uzdenov U.A., Kovalenko A.V., Urtenov M.A.H. Sovremennoe finansovo-jekonomicheskoe sostojanie i puti povyshenija rejtinga karachaevno-cherkesskoj respubliky

8. Primenenie nejronnyh setej dlja zadach klassifikacii URL – <https://basegroup.ru/community/articles/classification>

9. Baranovskaja T.P., Kovalenko A. V., Urtenov M.H, Karmazin V.N. Sovremennye matematicheskie metody analiza finansovo-jekonomicheskogo sostojanija predpriyatija – Krasnodar: KubGAU, 2009, s. 96-128

10. Kruglov V. V., Borisov V. V. Iskusstvennye nejronnye seti. Teorija i praktika – Moskva: Gorjachaja linija – Telekom, 2002, s. 242-292

11. Uzdenov U.A., Kovalenko A.V., Urtenov M.A.H. Intellektual'naja sistema ocenki kreditosposobnosti regionov. Chast' 2. Nechetkie produkcionnye i gibridnye sistemy // Politematiceskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 104. S. 1297-1308.

12. Leonenko A. V. Nechjotkoe modelirovanie v srede Matlab i Fuzzy TECH – Sankt-Peterburg: BHV-Peterburg, 2005, s.133-216

13. Kovalenko A.V., Karmazin V.N. Kompleksnaja ocenka kreditosposobnosti predpriyatij malogo i srednego biznesa na osnove nechetkih modelej // Obozrenie prikladnoj i promyshlennoj matematiki. 2007. T. 14. № 4. S. 722-724.

14. Arutjunjan A.S., Kovalenko A.V., Urtenov M.H. Nejrosetevye tehnologii finansovo-jekonomicheskogo analiza. Krasnodar, 2015. 130 c.

15. Kazakovceva E.V., Kovalenko A.V., Urtenov M.A.H. Nechetkie sistemy finansovo-jekonomicheskogo analiza predpriyatij i regionov. Krasnodar, 2013.

16. Kovalenko A.V., Urtenov M.H., Uzdenov U.A. Matematicheskie osnovy finansovo-jekonomicheskogo analiza. Chast' 1 Mnogomernyj statisticheskij analiz / Moskva, 2010. 304 c.

17. Kovalenko A.V., Cjedjev A.O. Analiz krizisnogo sostojanija predpriyatija na osnove sistem nechetkogo vyvoda // Obozrenie prikladnoj i promyshlennoj matematiki. 2006. T. 13. № 3. S. 498-499.

18. Kovalenko A.V. Matematicheskie modeli i instrumental'nye sredstva kompleksnoj ocenki finansovo-jekonomicheskogo sostojanija predpriyatija// dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kandidata jekonomicheskikh nauk / Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. I.T. Trubilina. Krasnodar, 2009, 210 c.

19. Kovalenko A.V. Ocenka kreditosposobnosti zajomshhika pri pomoshhi nejronnyh setej i nechjotkih mnozhestv // Sovremennoe sostojanie i priority razvitija fundamental'nyh nauk v regionah trudy III Vserossijskoj nauchnoj konferencii molodyh ucheny i studentov, 2-5 oktjabrja 2006 g.. Krasnodar, 2006. S. 190-192.

20. Shevchenko I.V., Karmazin V.N., Kovalenko A.V. Kompleksnaja ocenka kreditosposobnosti predpriyatij malogo i srednego biznesa s pomoshh'ju nechetkoj produkciojnoj sistemy // Finansovaja analitika: problemy i reshenija. 2008. № 2 (2). S. 81-86.

21. Kovalenko A.V., Karmazin V.N. Diagnostika sostojanija predpriyatija na osnove nechjotkih produkciojnyh sistem // Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2008. № 11. S. 20-27.

22. Kovalenko A.V., Karmazin V.N. Nechetkoe modelirovanie v srede matlab kreditosposobnosti predpriyatij malogo i srednego biznesa // Proektirovanie nauchnyh i inzhenernyh prilozhenij v srede MATLAB Trudy Vserossijskoj nauchnoj konferencii. 2007. S. 1509-1520.

23. Kovalenko A.V. Nejronnaja set' i nechjotkie mnozhestva, kak instrument ocenki kreditosposobnosti zajomshhika // Prikladnaja matematika XXI veka Materialy VI ob#edinjonnoj nauchnoj konferencii studentov i aspirantov fakul'teta prikladnoj matematiki. 2006. S. 56-58. 8

24. Kovalenko A.V., Urtenov M.A.H. Analiz social'no-jekonomicheskogo razvitija gorodskih okrugov, rajonov i poselenij Krasnodarskogo kraja // Jekonomicheskoe prognozirovanie: modeli i metody Materialy XIV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Pod obshej redakciej V.V. Davnisa. 2018. S. 71-76.

25. Kovalenko A.V., Urtenov M.H., Zaikina L.N. Klasternyj analiz finansovo-jekonomicheskogo sostojanija predpriyatij stroitel'noj otrasli // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2010. № 60. S. 189-200.

26. Ljubimceva A.A., Kovalenko A.V. Ispol'zovanie koeficientnogo analiza dlja ocenki finansovo-jekonomicheskogo sostojanija predpriyatij Krasnodarskogo kraja // Prikladnaja matematika XXI veka: sovremennye problemy matematiki, informatiki i modelirovanija Materialy vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii . 2019. S. 75-79.