

ции в следующих областях: развитие платежной системы и финансовых технологий; стимулирование ИТ-услуг и создание благоприятных условий для деятельности парка высоких технологий; со-вершенствование современных технологий, используемых в логистике и других областях, относящихся к экспорту транспортных услуг. Эти задачи, по нашему мнению, являются первоочередными. От их успешного решения зависит способность экономики обеспечить приемлемый уровень своих макроэкономических характеристик, сохранить и даже повысить ее конкурентоспособность. Отставание здесь может стать необратимым.

В целом можно сделать вывод, что цифровая экономика имеет огромный потенциал, она будет способствовать необходимой структурной перестройке и не имеет альтернативы.

Литература:

1. Указ Президента РФ от 09.05.2017 №203 "О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы" [Электронный ресурс] // Официальный сайт Президента Российской Федерации. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41919>.
2. Бондаренко В.М. Мировоззренческий подход к формированию, развитию и реализации "цифровой экономики" / В.М. Бондаренко // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2017. – Т. 13. – №1. – С. 237-251.
3. Глобальный индекс Speedtest. Ежемесячный рейтинг скорости мобильного и фиксированного широкополосного доступа со всего мира [Электронный ресурс] // Официальный сайт Speedtest. – Режим доступа: <https://www.speedtest.net/global-index>
4. Елохов А.М. Подходы к оценке результатов цифровой трансформации экономики России / А.М. Елохов, Т.В. Александрова // Учет. Анализ. Аудит. – Т. 6. – 2019. – № 5. – С. 24-35.
5. Кузнецова С.А. Цифровая экономика: новые аспекты исследований и обучения в сфере менеджмента / С.А. Кузнецова, В.Д. Маркова // Инновации. – 2017. – № 6 (224). – С.27-32.
6. Программа развития цифровой экономики в России до 2035 года // [Электронный ресурс] / Информационно-аналитический портал Клуба субъектов инновационного и технологического развития России // Режим доступа: <http://innclub.info/wp-content/uploads/2017/05/strategy.pdf>.
7. Столярова Е. Европейские страны с малой открытой экономикой в международной торговле ИТ-услугами / Е. Столярова // Банковский вестник. – 2020. – № 10. – С. 61-72.

INVESTIGATION OF AN ALGORITHM FOR THE FORMATION OF A STOCK PORTFOLIO OF INVESTORS USING FUZZY SET THEORY

Klimenko Dmitry Nikolaevich, Postgraduate student, Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Tomsk

The purpose of the study is to investigate the features of the algorithm for forming the stock portfolio of investors using the theory of fuzzy sets, taking into account a priori uncertain input information and market dynamics. The scientific novelty of the article lies in the application of a relatively new fuzzy-multiple apparatus and the theory of fuzzy sets to the formation of the stock portfolio of investors. From a practical point of view, the proposed fuzzy model makes it possible to predict not only the structure and expected return of a portfolio of securities, similarly to the application of the classical portfolio theory, but also to obtain the values of the lower and upper boundaries of the return on securities, which will allow the investor to form a more complete picture of the structure of the portfolio in the future. As a result, it was found that the use of classical statistical approaches for the formation of a stock portfolio of investors will not allow obtaining a reliable and accurate result, since traditional methods do not take into account the uncertainty factors of events in the stock market. To level information asymmetry and eliminate risks of uncertainty, it is advisable to apply the theory of fuzzy logic.

Keywords: fuzzy logic; stock market; securities; investor; forecasting; risk; portfolio; uncertainty.

DOI 10.24923/2222-243X.2021-40.6

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА ФОРМИРОВАНИЯ ФОНДОВОГО ПОРТФЕЛЯ ИНВЕСТИРОВ С ПОМОЩЬЮ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

УДК 336.763
ВАК РФ 08.00.13

© Клименко Д.Н., 2021

Цель исследования – исследовать особенности алгоритма формирования фондового портфеля инвесторов с помощью теории нечетких множеств с учетом априорно неопределенной входящей информации и динамики рынка. **Научная новизна** статьи заключается в применении относительно нового нечетко-множественного аппарата и теории нечетких множеств к формированию фондового портфеля инвесторов. С практической точки зрения предложенная нечеткая модель дает возможность прогнозировать не только структуру и ожидаемую доходность портфеля ценных бумаг, аналогично применению классической портфельной теории, но также получить значения нижней и

КЛИМЕНКО Дмитрий Николаевич, аспирант, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск

верхней границ доходности ценных бумаг, что позволит инвестору сформировать более полное представление о структуре портфеля в будущем. В результате установлено, что использование для формирования фондового портфеля инвесторов классических статистических подходов не позволит получить достоверный и точный результат, поскольку традиционные методы не учитывают факторы неопределенности событий на фондовом рынке. Для нивелирования информационной асимметрии и устранения рисков неопределенности целесообразно применять теорию нечеткой логики.

Ключевые слова: нечеткая логика; фондовый рынок; ценные бумаги; инвестор; прогнозирование; риск; портфель; неопределенность.

Введение

Проблема управления финансовыми системами, которые функционируют в условиях априорной и текущей неопределенности, а также одновременно находятся под влиянием динамических изменений рыночной среды со своими конкурентными возмущениями, представляет собой одну из ключевых в современной экономической теории и практике. К числу таких систем на сегодняшний день относится фондовый рынок, ключевыми особенностями которого является неполнота исходящей информации, ограниченность данных (короткие выборки), неизвестный характер взаимосвязей между входными и выходными переменными, а также отсутствие нормального распределения среди статистических данных [1, 46]. Соответственно классическая теория управления портфелем ценных бумаг, которая опирается на постулат об эффективности рынка, не способна адекватно моделировать и отображать неустойчивые и динамичные процессы в условиях информационной асимметрии, что практически исключает возможность применения универсальных рекомендаций.

Кроме того, формирование и управление портфелем ценных бумаг в таких условиях осложняется тем, что влияние со стороны внешней среды и ограниченная способность менеджера эффективно анализировать и прогнозировать состояние финансово-экономической системы порождают фактор непреодолимой неопределенности [2, 45]. При этом следует учитывать, что рыночная неопределенность не имеет статистической природы в классическом понимании. В результате инвесторы и менеджеры, отказываясь от классического вероятностного подхода, вынуждены в процессе анализа использовать эмпирические, а также различные детерминированные подходы, которые не способны должным образом учитывать неполноту или искажение информации на рынке ценных бумаг. Помимо того, что разработка обоснованных управленческих решений в современных условиях требует использования эффективных методов выявления скрытых знаний, особую значимость приобретает задача применения усовершенствованных способов обобщения и представления больших объемов информации.

Таким образом, очевидно, что обозначенные обстоятельства требуют разработки новых нетрадиционных подходов и методов на основе искусственного интеллекта. К их числу относятся системы с нечеткой логикой, главными чертами которых являются:

- возможность работы с априорной неопределенностью входящей информации;
- учет количественных и качественных переменных и критериев;
- возможность введения знаний эксперта в виде соответствующих правил вывода непосредственно в систему;

– возможность обучения системы нечеткой логики и пополнение базы правил непосредственно в процессе эксплуатации системы [3, 252].

В данном контексте *актуальность проводимого исследования* заключается в том, что технологии интеллектуального анализа данных, базирующиеся на теории нечетких множеств, позволяют находить, структурировать и обрабатывать скрытую информацию с целью формирования оптимального портфеля ценных бумаг с учетом рыночных тенденций.

Несмотря на широкое распространение систем, основанных на искусственном интеллекте, их применение в задачах прогнозирования экономических процессов носит эпизодический характер. Так, до сих пор не установлено, какой из алгоритмов нечеткого вывода является наиболее эффективным для задач прогнозирования тенденций на финансовом рынке (в том числе на рынке ценных бумаг), не обосновано влияние количества правил и числа значений лингвистических переменных на эффективность моделирования.

Таким образом, указанные обстоятельства предопределили выбор темы данной статьи.

В соответствии с целью исследования, были поставлены следующие *задачи*: 1) охарактеризовать теоретические основы, преимущества и особенности использования нечеткой логики в процессе финансового анализа; 2) рассмотреть практические аспекты использования теории нечеткой логики и нейросетевого моделирования для формирования фондового портфеля инвесторов.

Методы исследования – анализ, синтез, моделирование, прогнозирование, методы нечетких множеств, систематизация, обобщение.

Теоретическую базу исследования составляют работы Khayamim, Arash; Mirzazadeh Abolfazl; Naderi Bahman [4], Sharma Aviral; Bhatnagar Vishal; Bansal Abhay [5], Е.Г. Андриановой, О.А. Новиковой [6], В.А. Сергеева [7].

Практическая значимость проводимого исследования заключается в том, что теория нечетких множеств и ее формализация применительно к формированию фондового портфеля инвесторов позволит применить для принятия решений неточные и субъективные экспертные знания о предметной области без структурирования их в виде традиционных математических моделей.

Основная часть

Фондовым портфелем называется совокупность ценных бумаг, а также их производных,

находящихся в управлении. Каждый участник фондового рынка должен учитывать проблему диверсификации, т.е. поиска таких альтернативных вложений, которые не будут зависеть от одних и тех же рисков [8, 2733]. Не подлежит сомнению тот факт, что не существует безрисковых инструментов для инвестирования, поэтому работа с риском является неотъемлемой частью задач по оптимизации процесса формирования фондового портфеля инвестора.

С использованием теории нечетких множеств решаются вопросы согласования противоречивых критериев принятия решений, создания логических регуляторов систем. Нечеткие множества позволяют реализовать лингвистическое описание сложных процессов, установить нечеткие отношения между понятиями, прогнозировать поведение системы, формировать множество альтернативных действий, выполнять формальное описание нечетких правил принятия решений [9, 281]. С применением методов нейросетевого моделирования и теории нечетких множеств можно успешно проводить идентификацию и прогнозирование развития финансовых временных рядов в соответствии с установленным набором лингвистических правил типа "if... then" (*если.... то*). Лингвистические правила формируются экспертами или генерируются автоматически на основе нечетких знаний из экспериментальных данных или на базе интеллектуальных моделей.

На следующем этапе исследования рассмотрим более подробно практические аспекты алгоритма формирования фондового портфеля инвесторов с помощью теории нечетких множеств.

С математической точки зрения задачу формирования портфеля ценных бумаг, представляющего собой подмножество фондового рынка (ФР), структурные свойства которого совпадают со структурными свойствами исходного множества ФР, артикулируем в терминах кластерного анализа построения подобных бинарных деревьев: существуют два множества ФР – $S^{(1)}$ и $S^{(2)}$, $S^{(1)} \supseteq S^{(2)}$, обладающие одинаковой системой признаков: p_1, p_2, \dots, p_k . Для множеств $S^{(1)}$ и $S^{(2)}$ строятся дендрограммы – $D^{(1)}$ и $D^{(2)}$ соответственно, при этом начальное количество терминальных узлов $\{n_i^{(z)}\}, i = 1, 2, \dots, N^{(z)}$ и $D^{(2)}$ является одинаковым.

Затем для дендрограмм $D^{(1)}$, $D^{(2)}$ строятся 2-адические матрицы $M^{(1)}$ и $M^{(2)}$ с размерно-

стями $r^{M1} \times N^{(k)}, r^{M2} \times N^{(k)}$. Условие $|r^{M1} - r^{M2}| \leq \delta_r$ является необходимым условием близости.

Первоначальная задача формирования портфеля ценных бумаг расширена за счет учета неопределенности в заданной системе признаков $\{\tilde{p}_1, \tilde{p}_2, \dots, \tilde{p}_n\}$, при этом $\tilde{p}_i, i = 1$ может рассматриваться как нечеткая или интервальная переменная, или как множество возможных значений.

Особенности постановки задачи иерархической кластеризации нечетких данных применительно к задаче выбора фондового портфеля на основании концепции совпадения можно объяснить следующим образом.

Дано конечное множество объектов – ценных бумаг $I = \{i_1, i_2, \dots, i_n\}$, каждый из объектов характеризуется m -компонентным описанием (x_1, x_2, x_3) , $x_k \in X^{(k)}$, $k = 1, 3$; где $X^{(k)}$ – допустимое множество значений признака. Условия неопределенности рассматриваются в трех вариантах:

- объект $x_k \in X^{(k)}$ представлен нечеткой переменной $x_k \rightarrow x^{(k)} / \mu_{x(k)}, \mu_{x(k)} \rightarrow [0; 1]$;
- объект $x_k \in X^{(k)}$ представлен интервальной переменной $x_k \rightarrow I^{xk} = [\bar{X}^{(k)}, \underline{x}^{(k)}]$;
- объект $x_k \in X^{(k)}$ представлен в виде множества значений без определения возможной функции принадлежности: $x_k \rightarrow \{x_k^{(i)}\}, i = 1, I_k$.

Рассмотрим общепринятые параметры, необходимые для проведения скоринга акций, которые могут быть включены в портфель:

- отношение цены акции и дохода (P/E), диапазон значений: $[13; 0]$;
- капитализация (CAP), диапазон значений: $[50; 500]$;
- рентабельность собственного капитала эмитента (ROE), диапазон значений: $[5; 16]$;
- рентабельность активов эмитента (ROA), диапазон значений: $[5; 13]$;
- обеспеченность оборотными активами (Liquidity), диапазон значений: $[0,5; 0]$;
- отношение цены акций к годовой выручке (P/S), диапазон значений: $[1,8; 0,3]$;
- рентабельность инвестированного капитала (ROIC), диапазон значений: $[5; 16]$;
- отношение цены акций к балансовой стоимости (P/B), диапазон значений: $[1,4; 0,2]$.

Рейтинг акций для включения их в инвестиционный портфель можно рассчитать с помощью интегрального показателя (AN) по формуле:

$$A_N = \sum_{j=1}^M a_j \sum_{i=1}^N p_i \lambda_{ij}$$

где a_j – веса уровней факторов;
 p_i – вес факторов;
 λ_{ij} – значения факторов.

Для определения p (веса факторов) необходимо сравнить факторы между собой и определить наиболее значимый из них. Преобладание факторов для скоринга акций выглядит следующим образом:

$$P/E \} Cap \approx Liquidity \} P/S \approx P/B \approx ROA \approx \\ \approx ROE \approx ROIC.$$

Итак, фактор, имеющий наибольшую значимость, это – P/E.

Используя классическую портфельную теорию Марковица, получим следующую математическую модель.

Если r_i – это средняя доходность i -го вида акции, а $r_p = \sum_{i=1}^n \omega_i r_i$ – средняя доходность фондового портфеля, который включает ценные бумаги n видов, причем i – доля i -того вида ценной бумаги в общей структуре портфеля, то:

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_i \omega_j \sigma_{ij}} \rightarrow \min$$

$$r_p = \sum_{i=1}^n \omega_i r_i$$

$$\omega_i = \frac{x_i}{\sum_{i=1}^n x_i}, \sum_{i=1}^n \omega_i = 1, \omega_i \geq 0, \quad i = \overline{1, n}$$

- где x_i – сумма дохода по i -тому виду ценной бумаги;
 ω_i – доля i -того вида ценной бумаги в общей структуре портфеля;
 σ_p – отклонение доходности по портфелю (оценивает степень возможного отклонения фактической доходности от ожидаемой);
 σ_{ij} – ковариация доходностей i -го и j -го видов ценных бумаг.

Для того, чтобы снизить риск по портфелю, в процессе его диверсификации, используются ценные бумаги, доход по которым мало коррелирован. Для решения обозначенной задачи представляется целесообразным применить

метод множителей Лагранжа, в результате чего получается множество портфелей, удовлетворяющих всем поставленным условиям, которые находятся на верхней границе допустимого множества портфелей Марковица, то есть имеют самую высокую доходность.

Рассмотрим задачу на основе приведенной модели с нечеткими параметрами. Для i -го вида ценных бумаг имеем: $r = (r_{i1}, \bar{r}_i, r_{i2})$ – доходность по i -му виду ценной бумаги, треугольное нечеткое число, где:

\bar{r}_i – ожидаемая доходность по i -му виду ценной бумаги;

r_{i1} – нижняя граница доходности i -го вида ценной бумаги;

r_{i2} – верхняя граница доходности i -го вида ценной бумаги.

Тогда доходность портфеля:

$$r = \left(r_{min} = \sum_{i=1}^n \omega_i r_{i1}, \bar{r} = \sum_{i=1}^n \omega_i \bar{r}_i, r_{max} = \sum_{i=1}^n \omega_i r_{i2} \right)$$

также является треугольным нечетким числом (как линейная комбинация нечетких треугольных чисел), где i – доля i -го вида ценной бумаги в портфеле.

Аппарат оценки собственно риска портфельных активов подробно описан в работах [10, 11]. Отметим лишь, что при r_{min} и r_{max} (два значения обратной функции принадлежности $\mu_r^{-1}(0)$, выражение для степени риска портфеля в результате некоторых преобразований, принимает следующий вид:

$$\beta = \begin{cases} 0, & \text{при } r^* < r_{min} \\ R \left(1 + \frac{1-\alpha}{\alpha} \cdot \ln(1-\alpha) \right), & \text{при } r_{min} \leq r^* < r_{max} \\ 1 - (1-R) \left(1 + \frac{1-\alpha}{\alpha} \ln(1-\alpha) \right), & \text{при } \bar{r} \leq r^* < r_{max} \\ 1, & \text{при } r^* \geq r_{max} \end{cases}$$

где

$$R = \begin{cases} \frac{(r^* - r_{min})}{(r_{max} - r_{min})}, & \text{при } r_{min} \leq r^* < \bar{r} \\ 1, & \text{при } r^* = \bar{r} \\ \frac{r_{max} - r^*}{r_{max} - \bar{r}}, & \text{при } \bar{r} \leq r^* \leq r_{max} \\ 0, & \text{при } r^* \geq r_{max} \end{cases}$$

Каждый инвестор, руководствуясь своими потребностями, может классифицировать значение β , выделив для себя отрезок неприемлемых значений риска.

Заключение

Обобщая полученные результаты, можно сделать следующие *выводы*.

1. Исследования показывают, что для современной экономической ситуации, характерным является то, что многие параметры развития фондового рынка находятся в сфере неопределённости, что обуславливает неэффективность многих традиционных методов управления.

2. С использованием теории нечеткой логики и нейросетевого моделирования в статье представлен алгоритм, который позволяет сформировать оптимальную структуру портфеля ценных бумаг инвестора с учетом априорно неопределенной входящей информации.

Примечания:

1. Канашкина А.Л. Сравнительный анализ подходов для прогнозирования трендов фондового рынка // Вестник научных конференций. – 2021. – № 2-3 (66). – С. 46-47.

2. Сапрыкин К.А. Статистический анализ макро- и микроэкономических факторов, влияющих на фондовый рынок России // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. – 2020. – № 3 (31). – С. 66-75.

3. Руснак В.И. Применение нечеткой логики в инвестиционных проектах // Интернаука. – 2020. – № 17-1 (146). – С. 43-47.

4. Khayamim, Arash; Mirzazadeh, Abolfazl; Naderi, Bahman Portfolio rebalancing with respect to market psychology in a fuzzy environment: A case study in Tehran Stock Exchange // Applied Soft Computing. 2018. Volume 64; pp 244-259.

5. Sharma, Aviral; Bhatnagar, Vishal; Bansal, Abhay Technical analysis-based fuzzy support system for stock market trading // International journal of advanced intelligence paradigms. 2020. Volume 17: Number 3-4; pp 193-207.

6. Андрианова Е.Г., Новикова О.А. Роль методов интеллектуального анализа текста в автоматизации прогнозирования рынка ценных бумаг // Cloud of Science. – 2018. – Т. 5. – № 1. – С. 196-211.

7. Сергеев В.А. Использование нейросетей в прогнозировании фондового рынка // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2018. – Т. 7. – № 4 (25). – С. 280-282.

8. Mehlawat, Mukesh Kumar Multiobjective Fuzzy Portfolio Performance Evaluation Using Data Envelopment Analysis Under Credibilistic Framework // IEEE transactions on fuzzy systems: a publication of the IEEE Neural Networks Council. 2020. Volume 28: Number 11. pp 2726-2737.

9. Сергеев В.А. Использование нейросетей в прогнозировании фондового рынка // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2018. – Т. 7. – № 4 (25). – С. 280-282.

10. Bastos, Guilherme Sousa Stock Market Forecasting Using Deep Learning and Technical Analysis: A Systematic Review // IEEE access: practical

innovations, open solutions. 2020. Volume 8; pp 185232-185242.
11. Carta, Salvatore M. Explainable Machine Learning Exploiting News and Domain-Specific Lexicon for

Stock Market Forecasting // IEEE access: practical innovations, open solutions. 2021. Volume 9; pp 30193-30205.

ANALYSIS OF HUMAN RESOURCE DEVELOPMENT IN THE CONTEXT OF COMMERCIALIZATION OF UNIVERSITY INNOVATIONS

Kolyshev Oleg Yurievich, Senior Lecturer, Department of Technology, Economics of Education and Service, Volgograd State Socio-Pedagogical University, Volgograd

The purpose of the study is to offer the author's approach to the integrated use of methods of analysis and evaluation of human resources development to find effective solutions for the implementation of the process of commercialization of university innovations. The scientific novelty lies in the establishment of interrelations of methods for analyzing the state of human resources of the university and the development of theoretical provisions for their assessment based on the integrated use of existing and developed methods. As a result, the debatable nature of the possibilities of the processes of measuring the parameters of human resources development and obtaining objective data of practical importance is revealed; factors influencing the innovative development of human resources are identified; methods for assessing the readiness of human resources for the transfer and commercialization of knowledge in the conditions of a modern university are determined.

Keywords: human resources; higher education institution; knowledge; innovation; commercialization; competence; analysis; evaluation; development indicators.

DOI 10.24923/2222-243X.2021-40.7

УДК 331.108.45
БАК РФ 08.00.05

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В УСЛОВИЯХ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ ВУЗОВСКИХ ИННОВАЦИЙ

© Колышев О.Ю., 2021

Цель исследования – предложить авторский подход к комплексному использованию методов анализа и оценки развития человеческих ресурсов для поиска эффективных решений реализации процесса коммерциализации вузовских инноваций. Научная новизна заключается в установлении взаимосвязей методов анализа состояния человеческих ресурсов вуза и развитии теоретических положений их оценки на основе комплексного использования существующих и разрабатываемых методов. В результате выявлен дискуссионный характер возможностей процессов измерений параметров развития человеческих ресурсов и получения объективных данных, имеющих практическое значение; установлены факторы, оказывающие влияние на инновационное развитие человеческих ресурсов вуза; определены методы оценивания готовности человеческих ресурсов к трансферу и коммерциализации знаний в условиях современного вуза.

Ключевые слова: человеческие ресурсы; высшее учебное заведение; знания; инновации; коммерциализация; компетентность; анализ; оценка; показатели развития.

Введение

Эффективное функционирование и перспективы развития современной образовательной организации предполагает наличие и поддержание её конкурентоспособности. В условиях формирования инновационной экономики отмечается увеличение спроса на квалифицированные человеческие ресурсы, способные обеспечить конкурентные преимущества образовательной организации и стратегию её экономического развития. Успешно справиться с решением задач конкурентного развития могут человеческие ресурсы, проявляющие инициативу, обладающие профессиональной компетентностью, творческим потенциалом и готовые к инновационной деятельности. Поэтому главным ресурсом этого развития является человек, как носитель знания, его уникальные возможности генерировать и передавать знания, умение адаптироваться к изменяющимся условиям. Становятся потенциально важ-

КОЛЫШЕВ Олег Юрьевич,
старший преподаватель,
кафедра Технологии,
экономики образования
и сервиса, Волгоградский
государственный социаль-
но-педагогический универ-
ситет, Волгоград