

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ В АНАЛИЗЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВУЗА

Елизавета Эдуардовна ЕРМОШИНА

аспирантка кафедры экономической безопасности и бухгалтерского учета,
Воронежский государственный университет (ВГУ),
Воронеж, Российская Федерация
liz.ermoshina@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-2375-4502>
SPIN-код: 4112-2098

История статьи:

Рег. № 44/2023
Получена 13.02.2023
Получена в
доработанном виде
21.02.2023
Одобрена 02.03.2023
Доступна онлайн
27.04.2023

Специальность 5.2.1

УДК 336.61
JEL: H61, I23, M40

Ключевые слова:

экономическая
безопасность вуза,
анализ экономической
безопасности вуза,
методы анализа
экономической
безопасности,
нейронные сети

Аннотация

Предмет. В условиях обострения современных вызовов и возросшей потребности оперативного поиска ответов на них для принятия эффективных управленческих решений все более релевантным становится внедрение инструментов цифровизации в процесс анализа экономической безопасности вуза. Одним из главных направлений цифровизации является развитие технологий, связанных с использованием нейронных сетей, практическое применение которых для анализа экономической безопасности в настоящее время не получило должного развития. Использование искусственного интеллекта позволит обеспечить более высокое качество, объективность, эффективность и результативность анализа экономической безопасности вуза в целях обоснования принимаемых управленческих решений.

Цели. Провести критический обзор и дать оценку основным методам, применяемым в анализе экономической безопасности, развить аналитический инструментарий для оценки и прогнозирования экономической безопасности высших учебных заведений на основе современных достижений информационных технологий.

Методология. В исследовании использовались общенаучные и конкретно-научные методы познания, а также методы анализа данных и машинного обучения.

Результаты. Проведен обзор разработанных методов анализа экономической безопасности различных экономических субъектов, а также высших учебных заведений. Обоснована необходимость формирования комплексного (интегрального) показателя экономической безопасности вуза. Предложено решение ряда вопросов, связанных с выбором методов, применяемых для формирования комплексного (интегрального) показателя, обоснованием весовых коэффициентов и пороговых значений для каждого показателя и направления деятельности учреждения высшего образования, а также с интерпретацией полученных результатов анализа. Раскрыто применение методов нейросетевого моделирования для оценки текущего уровня экономической безопасности вуза и его прогнозирования.

Выводы. В настоящее время отсутствует единый подход ученых к методам, применяемым в анализе экономической безопасности вуза, в процессе которого не используются возможности нейросетевого моделирования. Раскрытое формирование интегрального показателя экономической безопасности вуза, аргументированный выбор архитектуры и способа обучения нейронной сети составляют базу для дальнейшего развития аналитического инструментария оценки

экономической безопасности, обеспечивающего более высокую оперативность, качество и эффективность анализа, принимаемых на его основе управленческих решений.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2023

Для цитирования: Ермошина Е.Э. Использование нейросетей в анализе экономической безопасности вуза // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2023. – Т. 22, № 4. – С. 732 – 748. <https://doi.org/10.24891/ea.22.4.732>

Активно развивающиеся инновационные технологии оказывают все большее влияние на все сферы общественной жизни. Технологии искусственного интеллекта внедряются в различные процессы в промышленности, энергетике, образовании, здравоохранении, банковской деятельности и др. Система управления экономической деятельностью вуза, включая реализацию анализа экономической безопасности, не использует инструменты нейросетевого моделирования. Для повышения эффективности и расширения аналитических возможностей целесообразно применение методов нейросетевого моделирования в анализе экономической безопасности вуза, которое становится одним из направлений его развития. Отсутствие общепризнанного подхода к анализу экономической безопасности вуза, в том числе обоснованных методов, наличие инновационных разработок в области искусственного интеллекта свидетельствуют об имеющихся предпосылках для разработки методики анализа экономической безопасности вуза с использованием нейронных сетей.

Вопросы методологического характера в исследуемой предметной области ученые во многом связывают именно с многоаспектностью характеристик, ассоциируемых с экономической безопасностью организации [1]. Данное обстоятельство является основной причиной формирования в аналитической практике множества подходов к анализу, наибольшее распространение среди которых получили индикативный, ресурсно-функциональный, комплексный и ряд других подходов, и как следствие, отсутствие конкретики в отношении методик анализа экономической безопасности, включая его методы. Остается нерешенным вопрос о показателях экономической безопасности вуза. Ее анализ осуществляется с использованием значительного количества различных показателей, сгруппированных по элементам и направлениям деятельности вуза, которые авторы представляют по-разному: в отдельных случаях, не предлагая агрегированного показателя экономической безопасности и, как правило, инновационных методов его оценки.

Авторы работ [2–4] С.М. Дмитриев, М.В. Ширяев, С.Н. Митяков используют индексный метод как инструмент анализа экономической безопасности экономического субъекта. В цикле публикаций под общим названием «Экономическая безопасность технического вуза» учеными предложена индикативная система экономической безопасности, содержащая 18 индикаторов, сгруппированных по пяти проекциям, то есть элементам (студенты, преподаватели, наука и инновации,

материальные, финансовые и информационные ресурсы, управление), обоснованы пороговые значения индикаторов. Ученые акцентируют внимание на том, что для совместного анализа динамики индикаторов экономической безопасности вуза целесообразно проведение их нормировки, приведены различные виды нормирующих функций, определены зоны риска – области значений индикаторов, которые в различной степени удалены от пороговых значений, показана возможность использования обобщенных индексов путем агрегирования информации внутри каждого элемента системы экономической безопасности.

В работе [5] Е.В. Михайлин, А.В. Грачев оценивают уровень экономической безопасности не только в виде интегрального показателя, но и в детализированном виде, отражая все частные индикаторы. В связи с использованием широкого круга показателей для формирования рейтинга вузов, авторы подчеркивают необходимость формирования интегрального показателя и применения эталонных значений. Исследователи отмечают, что расчет пороговых значений показателей может осуществляться по интегральному, сводным и частным индикаторам. В зависимости от текущих значений индикаторов и их соотношения с пороговыми значениями авторами предлагается выделять различные состояния вуза по уровню его экономической безопасности.

В свою очередь Е.М. Белый и И.Б. Романова [6] считают, что показатели, используемые для анализа экономической безопасности вуза, должны в полной мере отражать специфические особенности системы высшего образования. Для оценки инфраструктуры, качества персонала, эффективности основных бизнес-процессов и финансового состояния вуза, по мнению исследователей, возможно использование индикаторов, которые включены в мониторинг эффективности высших учебных заведений, проводимый в соответствии с приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 01.08.2013 № 637 «О проведении мониторинга эффективности образовательных организаций высшего образования».

Аргументы в пользу того, что SWOT-анализ высшего учебного заведения позволяет определить и проанализировать сильные и слабые стороны, а также возможности и угрозы экономической безопасности вуза, приводят О.А. Голодова и М.А. Ботова [7]. Методы SWOT-анализа и структурно-динамического анализа применяют также Д. Бонарь и Н.В. Пучкова¹, однако предложенные ими методы не позволяют системно и комплексно оценить уровень экономической безопасности организации.

Отмечая необходимость отбора показателей экономической безопасности и использования индексного метода для ее оценки, Т.А. Власенкова, Т.М. Панченко,

¹ Бонарь Д., Пучкова Н.В. Анализ «востребованности» вуза, как элемента его экономической безопасности // Современные проблемы, тенденции и перспективы социально-экономического развития: сборник статей X Международной научно-практической конференции Института экономики и управления СурГУ. Сургут: Сургутский государственный университет, 2021. С. 58–60.

А.П. Цыпин [8] не рассматривают возможность агрегирования информации в интегральный показатель.

Таким образом, формирование комплексного (интегрального) показателя экономической безопасности вуза с использованием системы индикаторов и обоснованных пороговых значений имеет дискуссионный характер и окончательно не разработано. Авторский подход к выполнению соответствующей задачи заключается в выборе методов формирования интегрального показателя, в том числе приемов нейросетевого моделирования, обосновании весовых коэффициентов для каждого показателя и направления деятельности учреждения высшего образования, аргументации их пороговых значений, а также интерпретации результатов анализа экономической безопасности.

Применение интегральной модели во многом обосновано тем, что совокупность частных показателей, характеризующих отдельные аспекты экономической безопасности вуза, не позволяет получить обобщенного оценочного представления об объекте исследования, а также проанализировать причинно-следственные связи происходящих в учреждении экономических процессов. Агрегирование показателей по направлениям деятельности и элементам экономической безопасности позволит провести не только комплексную, но и при необходимости – детальную ее оценку, обратить внимание топ-менеджмента вуза на проблемные показатели деятельности.

Информация, которая необходима для оценки экономической безопасности вуза, характеризуется ее значительной объемом, разной размерностью показателей, что в определенной степени усложняет не только формирование комплексного (интегрального) показателя, но и сам процесс анализа. В связи с этим вполне обоснованно можно говорить о необходимости осуществления их нормировки. Обзор научных работ по данному вопросу позволяет сделать вывод, что наиболее подходящей для сформированной нами системы показателей [9] является нелинейная функция вида 1, использованная в научных трудах [1, 3, 4, 10–12], и предполагает разделение значений показателей по удаленности от их эталонного уровня, что может использоваться в том случае, когда нет принципиального ограничения значения показателя:

$$Y = \begin{cases} 2^{\frac{\left(1-\frac{x}{a}\right)}{\ln \frac{10}{3}}}, & \text{если } \frac{x}{a} < 1 \\ 2^{\frac{-\log \frac{10}{3} x}{a}}, & \text{если } \frac{x}{a} \geq 1 \end{cases}, \quad (1)$$

где x – фактическое значение показателя в анализируемом периоде;

a – эталонное значение показателя.

Функция (1) является непрерывной и монотонной (в точке $x = a$ обеспечивается равенство как самих функций, так и их производных). Нормирующие функции выбираются таким образом, чтобы после нормировки все показатели стали прямыми, что позволяет представить на лепестковой диаграмме пороговые значения индикаторов в виде линии $y = 1$, а негативные значения индикаторов расположить внутри сектора, ограниченного линией $y = 1$ (рис. 1).

Однако необходимо учитывать, что не для всех показателей подходит нормировка по формуле (1), так как в разработанной системе показателей имеются те, пороговые значения которых ограничены на определенном отрезке («выбытие денежных средств, тыс. руб.»; «выбытие из денежных средств от приносящей доход деятельности, тыс. руб.»). В этом случае целесообразно использовать следующую формулу:

$$Y = \begin{cases} \frac{x - x_{\min}}{a - x_{\min}}, & \text{если } x \leq a \\ \frac{x_{\max} - x + y_{\max}(x - a)}{x_{\max} - a}, & \text{если } x > a \end{cases}, \quad (2)$$

где x – фактическое значение показателя в анализируемом периоде;

a – эталонное значение показателя;

$x_{\max}$ – максимальное значение показателя;

$x_{\min}$ – минимальное значение показателя;

$y_{\max}$ – максимально возможное значение Y (для возможности построения лепестковой диаграммы и сравнения с показателями, нормированными по формуле (1), необходимо использовать асимптотическое значение, равное 1,78).

Далее на основе нормированных значений необходимо провести агрегирование показателей по направлениям деятельности вуза и сформировать интегральный (комплексный) показатель, позволяющий определить уровень его экономической безопасности. В ходе агрегирования используются разработанные нами весовые коэффициенты, которые обеспечивают учет значимости каждого конкретного показателя и направления деятельности вуза (табл. 1).

Комплексный показатель экономической безопасности вуза предлагаем рассчитывать по формуле (3). Он включает набор частных показателей, которые формируют агрегирующий показатель $ИЭБ_v$, что дает возможность обеспечить единство системы оценки экономической безопасности вуза, выявить основные тенденции, смоделировать экономические процессы, а также получить необходимую информацию не только для оценки текущей ситуации и принятия

экономических решений, но и стратегического планирования в области экономической безопасности вуза:

$$ИЭБ_t = \frac{\sum_j \alpha_j \sum_l \beta_l x_{jl}}{\sum_j \alpha_j \sum_l \beta_l \max x_l} 100, \quad (3)$$

где $ИЭБ_t$ – индекс экономической безопасности вуза в отчетном году t ;

α_j – вес j -го направления оценки экономической безопасности вуза;

β_l – вес l -го показателя оценки экономической безопасности;

x_{jl} – фактическая оценка l -го показателя экономической безопасности вуза в году t ;

$\max x_l$ – эталонное значение l -го показателя экономической безопасности вуза.

Для корректной интерпретации результатов анализа представим шкалу идентификации уровня экономической безопасности учреждений высшего образования с интервальными градациями значений ее комплексного показателя: высокая (абсолютная), достаточная (нормальная), неудовлетворительная и критическая (табл. 2). В качестве базы для формирования дифференциации комплексного показателя экономической безопасности выбрано правило золотого сечения, которое довольно часто оказывается востребованным при обосновании условий гармоничного развития экономических субъектов [13], а также различные методические указания учредителя².

В целях развития инструментария, используемого в ходе анализа, автоматизации процесса оценки экономической безопасности вуза, а также возможности прогнозирования ее уровня, целесообразно использовать методы нейросетевого моделирования. Действительно, ученые отмечают преимущества искусственного интеллекта в оценке экономической безопасности различных экономических субъектов. Так, А.А. Гонтарь на примере кредитной организации моделирует уровень экономической безопасности для выявления существующих проблем и предупреждения негативных последствий необоснованных управленческих решений [14]; Л.Р. Бекова отмечает релевантность использования искусственного интеллекта при решении вопросов кибербезопасности банков и управления кредитными рисками, которые могут быть решены при применении методов обучения нейронных сетей [15]; З.З. Насибуллина³ рассматривает возможность

² Методические рекомендации по разработке программ развития образовательных организаций высшего образования, подведомственных Министерству науки и высшего образования Российской Федерации: письмо Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 12.01.2023 № МН-7/102; О формировании рейтинга качества финансового менеджмента образовательных организаций высшего образования, подведомственных Министерству образования и науки Российской Федерации: приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.08.2016 № 1052.

³ Насибуллина З.З. О применении нейронных сетей в экономике и перспективы их развития. URL: <http://www.scienceforum.ru/2017/2484/32073>

применения нейронных сетей и перспективы их развития в экономике, делая вывод о целесообразности их использования для решения плохо формализованных задач, например, прогнозирования показателей, классификации объектов экономического анализа.

К преимуществам использования данного инструментария можно отнести способность системы обучаться на множестве примеров, когда неизвестны закономерности развития и зависимости между входными и выходными данными; успешное решение задачи в случаях неполной, искаженной или противоречивой входной информации и, что наиболее важно, способность к прогнозированию показателя. Для проведения анализа экономической безопасности и возможности прогнозирования ее уровня в вузе представляется возможным использовать пакет прикладных программ MATLAB: Statistics and Machine Learning Toolbox и Neural Network Toolbox. Регрессионная нейросеть представляет собой обученную, прямую и полностью связанную нейронную сеть для регрессии. Первый полностью связанный уровень нейронной сети имеет соединение с сетевым входом, и каждый последующий уровень имеет соединение с предыдущим уровнем. При этом каждый полностью связанный слой нейронов умножает входные данные на матрицу весов, а затем добавляет вектор смещения. Функция активации следует за каждым взаимодействующим слоем нейронов, исключая последний слой. Конечный полностью подключенный уровень нейронной сети выдает ее выходные данные, а именно – прогнозируемые значения показателя⁴.

Для обучения нейросети была сформирована выборка данных, которая состоит из авторской системы 23 показателей и рассчитанного уровня экономической безопасности по 70 вузам с 2016 по 2021 г., числящихся в национальном рейтинге университетов, публикуемом информационным агентством «Интерфакс». Исходные данные были разделены на обучающие и тестовые наборы. Для сравнения прогнозируемых значений ответов тестового набора с истинными значениями ответов построен график (рис. 2), точки на контрольной линии которого свидетельствуют о правильности рассчитанных прогнозов уровня экономической безопасности вузов. Как видно из графика, сформированную модель уровня экономической безопасности вуза можно оценить как качественную. Об этом свидетельствует то, что прогнозируемые значения экономической безопасности большинства вузов выборки находятся вблизи контрольной линии, то есть идеальных значений моделируемого комплексного показателя. Таким образом, представленная нейронная сеть может использоваться при оценке текущего и прогнозируемого уровней экономической безопасности вуза, обеспечивая ее высокое качество и эффективность.

На базе проведенного критического обзора методов, используемых учеными в методиках оценки экономической безопасности различных субъектов экономики,

⁴MathWorks. URL: <https://www.mathworks.com>

сделан вывод о необходимости формирования комплексного показателя экономической безопасности вуза, а также использования нормирующих функций для нивелирования проблем, обусловленных различными единицами измерения и несоизмеримостью масштабов показателей. Это дает возможность строить лепестковые диаграммы, в том числе с использованием программных пакетов Microsoft Excel и MATLAB, а также контролировать отклонение каждого показателя от значения, необходимого для обеспечения нормального уровня экономической безопасности. Соответствие уровней экономической безопасности вуза и диапазонов значений ее индекса дает возможность ранжировать по высокому, нормальному, «неудовлетворительному» и критическому уровням экономическую безопасность учреждения высшего образования. Впервые предложено и обосновано применение методов нейросетевого моделирования для оценки текущего уровня экономической безопасности вуза и его прогнозирования с использованием пакета прикладных программ MATLAB: Statistics and Machine Learning Toolbox и Neural Network Toolbox, что обеспечивает развитие инструментария экономического анализа, раскрывает возможности его применения в условиях цифровизации, а также повышает качество и эффективность процесса анализа. Представленные разработки могут способствовать более широкому внедрению методов нейросетевого моделирования в управление экономическими процессами для повышения качества финансового менеджмента вузов.

Таблица 1**Элементы комплексной оценки экономической безопасности образовательных организаций высшего образования Российской Федерации****Table 1****Elements of comprehensive assessment of the economic security of higher-educational institutions of the Russian Federation**

Показатель	Критерии оценки значения показателя экономической безопасности вуза	Удельный вес направления (показателя)
1. По экономической деятельности вуза		1
Темп роста поступления денежных средств из всех источников, тыс. руб.	Минимальное (наихудшее) значение: 100% и менее. Максимальное (наилучшее) значение: более 108,4%	1*
Темп роста поступления денежных средств из всех источников, тыс. руб., скорректированных на сумму доходов будущих периодов к признанию в году, следующем за текущим, тыс. руб.	Минимальное (наихудшее) значение: 100% и менее. Максимальное (наилучшее) значение: более 108,4%	1*
Выбытие денежных средств, тыс. руб.	Плановое значение (наилучшее): 100. Отклонение от планового значения более чем на 10% (наихудшее)	1*
Чистый денежный поток, тыс. руб.	Минимальное (наихудшее) значение: менее 0. Максимальное (наилучшее) значение: 0 и более	1,25*
Чистый операционный результат, тыс. руб.	Минимальное (наихудшее) значение: менее 0. Максимальное (наилучшее) значение: 0 и более	1,25*
Темп роста поступления денежных средств от приносящей доход деятельности, тыс. руб.	Минимальное (наихудшее) значение: 108,4% и менее. Максимальное (наилучшее) значение: более 108,4%	1,5**
Выбытие из денежных средств от приносящей доход деятельности, тыс. руб.	Плановое значение (наилучшее): 100. Отклонение от планового значения более чем на 10% (наихудшее)	1,5**
Темп роста основных фондов образовательной организации, тыс. руб.	Минимальное (наихудшее) значение (0 баллов): менее 100%. Максимальное (наилучшее) значение: 100% и более	0,5
Темп роста количества персональных компьютеров и средств информационного оборудования, шт.	Минимальное (наихудшее) значение: менее 100%. Максимальное (наилучшее) значение: 100% и более	0,5
2. Показатели по образовательной деятельности вуза		0,6
Темп роста поступления денежных средств от образовательной деятельности, тыс. руб.	Минимальное (наихудшее) значение: менее 108,4%. Максимальное (наилучшее) значение: 108,4% и более	1
Средняя заработная плата ППС, руб.	Минимальное (наихудшее) значение: менее 108,4%. Максимальное (наилучшее) значение: 108,4% и более	1*
Отношение заработной платы ППС к средней заработной плате по экономике региона, коэффициент	Минимальное (наихудшее): менее 200%. Максимальное (наилучшее) значение: 200% и более	1,5*
Соотношение численности студентов и ППС, чел. (1/13)	Выполняется значение. Не выполняется значение	1,5*

Площадь учебных и учебно-вспомогательных зданий, м ²	Минимальное (наихудшее) значение: 100% и менее. Максимальное (наилучшее) значение: более 100%	0,5
3. Показатели по научно-исследовательской деятельности вуза		0,2
Темп роста поступлений денежных средств от научно-исследовательской деятельности, тыс. руб.	Минимальное (наихудшее) значение: менее 108,4%. Максимальное (наилучшее) значение: 108,4% и более	1
Темп роста объема НИОКР, тыс. руб.	Минимальное (наихудшее) значение: менее 108,4%. Максимальное (наилучшее) значение: 108,4% и более	1
Темп роста объема затрат на научные исследования и разработки из собственных средств университета, тыс. руб.	Минимальное (наихудшее) значение: менее 108,4%. Максимальное (наилучшее) значение: 108,4% и более	1
Темп роста численности НР, чел.	Минимальное (наихудшее) значение: менее 100%. Максимальное (наилучшее) значение: 100% и более	1
Темп роста площадей, предназначенных для научно-исследовательских подразделений, м ²	Минимальное (наихудшее) значение: менее 100%. Максимальное (наилучшее) значение: 100% и более	0,5
Темп роста производительности труда НПР, руб. (объем НИОКР в расчете на одного НПР, тыс. руб.)	Минимальное (наихудшее) значение: менее 108,4%. Максимальное (наилучшее) значение: 108,4% и более	1,25*
4. Показатель качества финансового менеджмента образовательной организации		2
Рейтинговая оценка качества финансового менеджмента образовательной организации высшего образования*	Минимальное (наихудшее) значение: менее 60. Максимальное (наилучшее) значение: более 80	1

* Согласно Методике формирования рейтинга качества финансового менеджмента образовательных организаций высшего образования, подведомственных Министерству науки и Высшего образования Российской Федерации: письмо Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.07.2020 № МН-18/414.

** Согласно Методическим рекомендациям о разработке программ развития образовательных организаций высшего образования, подведомственных Министерству науки и высшего образования Российской Федерации: письмо Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 12.01.2023 № МН-7/102.

Примечание. ППС – профессорско-преподавательский состав; НПР – научно-педагогические работники; НР – научные работники; НИОКР – научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 2

Соответствие уровней экономической безопасности и диапазонов значений индекса экономической безопасности вузов

Table 2

Matching the economic security levels and ranges of economic security index values

Уровень экономической безопасности вузов	Значение индекса экономической безопасности
Высокий (абсолютный)	[100%; + ∞]
Достаточный (нормальный)	[80%; 100%]
Неудовлетворительный	[60%; 80%]
Критический	[0%; 60%]

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 1

Показатели экономической безопасности Воронежского государственного университета по образовательной деятельности

Figure 1

Indicators of economic security of the Voronezh State University for educational activities



Источник: авторская разработка

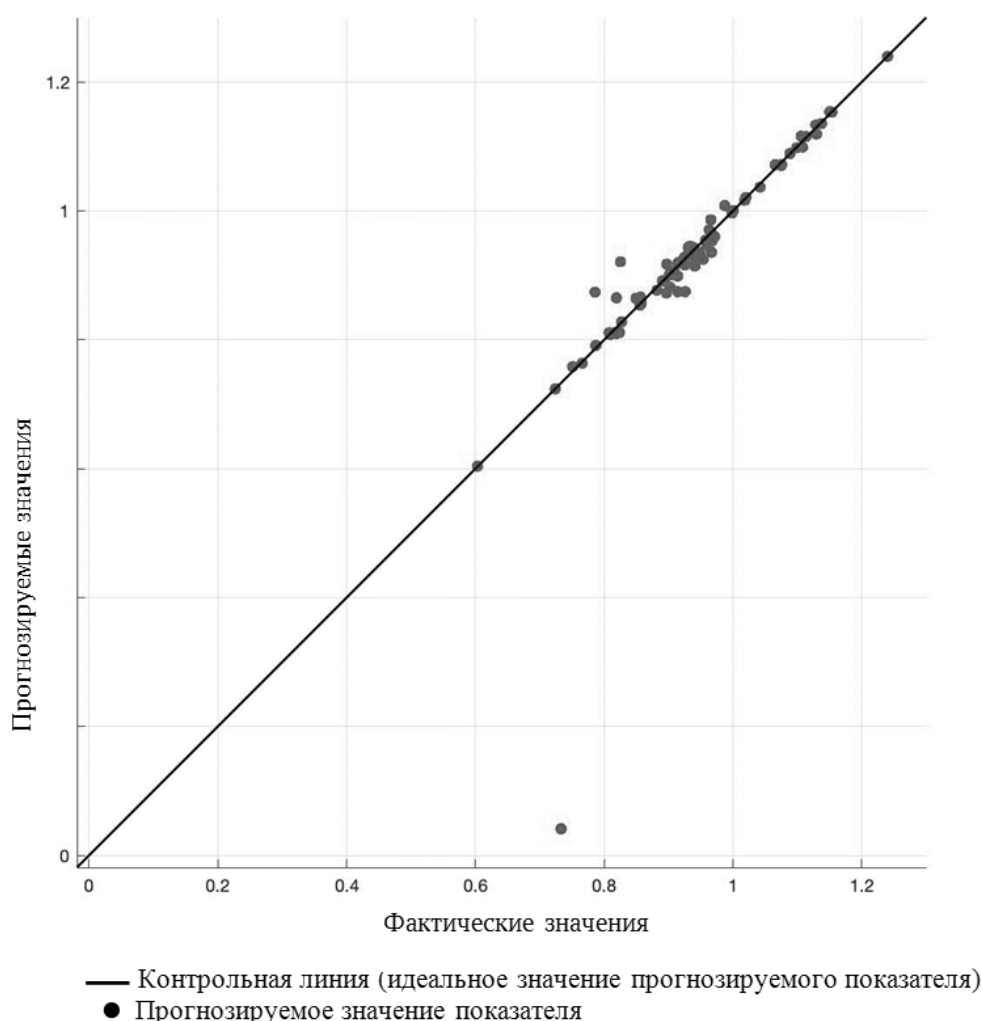
Source: Authoring

Рисунок 2

График соотношения прогнозируемых и рассчитанных значений уровня экономической безопасности вузов

Figure 2

Graph of the ratio of predicted and calculated values of the level of economic security of universities



Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Коробейников Д.А., Коробейникова О.М., Дугина Т.А., Шемет Е.С. Методика комплексного анализа и оценки уровня экономической безопасности предприятия // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. 2021. Т. 15. № 3. С. 73–85. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-kompleksnogo-analiza-i-otsenki-urovnya-ekonomicheskoy-bezopasnosti-predpriyatiya?ysclid=lf490e9mk2973329943>
2. Дмитриев С.М., Ширяев М.В., Мутяков С.Н. Экономическая безопасность технического вуза: концептуальные основы // Высшее образование в России. 2014. № 2. С. 59–66. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskaya-bezopasnost-tekhnicheskogo-vysshego-obrazovaniya>

bezopasnost-tehnicheskogo-vuza-kontseptualnye-osnovy?
ysclid=lf497791dv910515145

3. *Дмитриев С.М., Ширяев М.В., Мутяков С.Н.* Экономическая безопасность технического вуза: система индикаторов // Высшее образование в России. 2014. № 3. С. 11–20. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskaya-bezopasnost-tehnicheskogo-vuza-sistema-indikatorov>
4. *Дмитриев С.М., Ширяев М.В., Мутяков С.Н.* Экономическая безопасность технического вуза: анализ динамики индикаторов на примере НГТУ им. Р.Е. Алексеева // Высшее образование в России. 2014. № 4. С. 48–56. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskaya-bezopasnost-tehnicheskogo-vuza-analiz-dinamiki-indikatorov-na-primere-ngtu-im-r-e-alekseeva>
5. *Михайлин Е.В., Грачев А.В.* Методики оценки экономической безопасности вуза // Юридическая наука и практика: Вестник Нижегородской академии МВД России. 2009. № 2. С. 18–27. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-otsenki-ekonomicheskoy-bezopasnosti-vuza>
6. *Белый Е.М., Романова И.Б.* Экономическая безопасность высшего учебного заведения // Фундаментальные исследования. 2014. № 5. Ч. 4. С. 806–809. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=34001>
7. *Голодова О.А., Ботова М.А.* Организационно-методические составляющие экономической безопасности учреждения высшего образования (на примере ВИАПП) // Вестник ВИАПП. 2020. № 2. С. 126–133. URL: <https://vviepp.ru/images/vviepp2020no2.pdf>
8. *Власенкова Т.А., Панченко Т.М., Цыпин А.П.* Индикаторный метод как инструмент обеспечения финансовой безопасности хозяйствующего субъекта // Известия Саратовского университета. Серия: Экономика. Управление. Право. 2020. № 3. С. 271–281. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/indikatornyy-metod-kak-instrument-obespecheniya-finansovoy-bezopasnosti-hozyaystvuyuschego-subekta?ysclid=lf49ns6pz63208794>
9. *Ермошина Е.Э.* Обоснование аналитических показателей комплексной оценки экономической безопасности вуза // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Экономика и управление. 2022. № 3. С. 159–173. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obosnovanie-analiticheskikh-pokazateley-kompleksnoy-otsenki-ekonomicheskoy-bezopasnosti-vuza?ysclid=lf49sk0snw765647197>
10. *Сенчагов В.К., Мутяков С.Н.* Оценка кризисов в экономике с использованием краткосрочных индикаторов и средних индексов экономической безопасности России // Проблемы прогнозирования. 2016. № 2. С. 44–58.

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-krizisov-v-ekonomike-s-ispolzovaniem-kratkosrochnyh-indikatorov-i-srednih-indeksov-ekonomicheskoy-bezopasnosti-rossii?ysclid=lf49wj07ed578851510>

11. *Земскова Е.С.* Оценка остроты кризисных ситуаций в социальной сфере Российской Федерации // *Контентус*. 2016. № 12.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-ostroty-krizisnyh-situatsiy-v-sotsialnoy-sfere-rossiyskoy-federatsii>
12. *Моисеева И.В.* Факторное влияние на эффективность использования трудового потенциала региона // *Контентус*. 2017. № 6.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/faktornoe-vliyanie-na-effektivnost-ispolzovaniya-trudovogo-potentsiala-regiona?ysclid=lf4a6tbhmc25823909>
13. *Кривошеев А.В.* Развитие теоретических и методических положений анализа финансовой устойчивости вузов // *Современная экономика: проблемы и решения*. 2020. № 12. С. 137–151.
URL: <https://journals.vsu.ru/meps/article/view/7096>
14. *Гонтарь А.А.* Применение нейронных сетей для оценки экономической безопасности // *Наука Красноярья*. 2021. № 3. С. 24–40.
URL: <https://doi.org/10.12731/2070-7568-2021-10-3-26-40>
15. *Бекова Л.Р.* Роль искусственного интеллекта в обеспечении экономической безопасности банка // *Молодой ученый*. 2022. № 29. С. 83–85.
URL: <https://moluch.ru/archive/424/94051/?ysclid=lf4ajqnl91133466931>

Информация о конфликте интересов

Я, автор данной статьи, со всей ответственностью заявляю о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

THE USE OF NEURAL NETWORKS IN THE ANALYSIS OF ECONOMIC SECURITY OF THE UNIVERSITY

Elizaveta E. ERMOSHINA

Voronezh State University (VSU),
Voronezh, Russian Federation
liz.ermoshina@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-2375-4502>

Article history:

Article No. 44/2023
Received 13 Feb 2023
Received in revised form
21 February 2023
Accepted 2 March 2023
Available online
27 April 2023

JEL classification: H61,
I23, M40

Keywords: economic
security, university,
methods of analysis,
neural network

Abstract

Subject. The article considers the introduction of digitalization tools into the process of analyzing the economic security of the university. The growth of technologies related to the use of neural networks, their practical application is currently not adequately developed.

Objectives. The aim is to critically review and evaluate the main methods used in the analysis of economic security, develop analytical tools for assessing and forecasting the economic security of higher education institutions based on modern information technology achievements.

Methods. The study employs general and specific scientific methods of cognition, methods of data analysis, and machine learning.

Results. I reviewed the developed methods of analyzing the economic security of various economic entities and higher educational institutions, underpinned the need to form a complex (integrated) index of economic security of the university, offered a solution to issues related to the choice of methods used for the formation of a complex (integrated) index, the justification of weighting coefficients and threshold values for each index and area of activity of a higher education institution, and interpretation of analysis results.

Conclusions. The disclosed formation of the integrated indicator of economic security of the university, the reasoned choice of architecture and method of training of the neural network form the basis for further development of analytical tools to assess economic security, enabling higher efficiency and quality of analysis, and management decisions made on its basis.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2023

Please cite this article as: Ermoshina E.E. The Use of Neural Networks in the Analysis of Economic Security of the University. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2023, vol. 22, iss. 4, pp. 732–748. <https://doi.org/10.24891/ea.22.4.732>

References

1. Korobeinikov D.A., Korobeinikova O.M., Dugina T.A., Shemet E.S. [Methodology of integrated analysis and assessment of the level of economic security of an enterprise]. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika i menedzhment* = *Bulletin of South Ural State University, Series Economics and Management*, 2021, vol. 15, no. 3, pp. 73–85. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-kompleksnogo-analiza-i-otsenki-urovnya-ekonomicheskoy-bezopasnosti-predpriyatiya?ysclid=lf490e9mk2973329943> (In Russ.)

2. Dmitriev S.M., Shiryayev M.V., Mityakov S.N. [Economic security of a technical university: Conceptual bases]. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*, 2014, no. 2, pp. 59–66.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskaya-bezopasnost-tehnicheskogo-vuza-kontseptualnye-osnovy?ysclid=lf497791dv910515145> (In Russ.)
3. Dmitriev S.M., Shiryayev M.V., Mityakov S.N. [Economic security of the technical university: System of indicators]. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*, 2014, no. 3, pp. 11–20. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskaya-bezopasnost-tehnicheskogo-vuza-sistema-indikatorov> (In Russ.)
4. Dmitriev S.M., Shiryayev M.V., Mityakov S.N. [Economic security of technical university: The analysis of dynamics of indicators on the example of NSTU n.a. R.E. Alekseev]. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*, 2014, no. 4, pp. 48–56. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskaya-bezopasnost-tehnicheskogo-vuza-analiz-dinamiki-indikatorov-na-primere-ngtu-im-r-e-alekseeva> (In Russ.)
5. Mikhailin E.V., Grachev A.V. [Methods of evaluation of economic security of the institution of higher learning]. *Yuridicheskaya nauka i praktika: Vestnik Nizhegorodskoi akademii MVD Rossii = Legal Science and Practice: Journal of Nizhny Novgorod Academy of the Ministry of Internal Affairs of Russia*, 2009, no. 2, pp. 18–27. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-otsenki-ekonomicheskoy-bezopasnosti-vuza> (In Russ.)
6. Belyi E.M., Romanova I.B. [Economic security of higher education institution]. *Fundamental'nye issledovaniya = Fundamental Research*, 2014, no. 5, part 4, pp. 806–809. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=34001> (In Russ.)
7. Golodova O.A., Botova M.A. [Organizational and methodological components of economic security of higher education institutions (on the example of VIEPP)]. *Vestnik VIEPP*, 2020, no. 2, pp. 126–133.
URL: <https://vviepp.ru/images/vviepp2020no2.pdf> (In Russ.)
8. Vlasenkova T.A., Panchenko T.M., Tsylin A.P. [Indicator method as an instrument to ensure financial security of an economic entity]. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Seriya: Ekonomika. Upravlenie. Pravo = Izvestiya of Saratov University. Economics. Management. Law*, 2020, no. 3, pp. 271–281.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/indikatorsnyy-metod-kak-instrument-obespecheniya-finansovoy-bezopasnosti-hozyaystvuyuschego-subekta?ysclid=lf49ns6pz63208794> (In Russ.)
9. Ermoshina E.E. [Substantiation of analytical indicators of the comprehensive assessment of the economic security of universities]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika i upravlenie = Proceedings of*

- Voronezh State University. Series: *Economics and Management*, 2022, no. 3, pp. 159–173. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obosnovanie-analiticheskikh-pokazateley-kompleksnoy-otsenki-ekonomicheskoy-bezopasnosti-vuza?ysclid=lf49sk0snw765647197> (In Russ.)
10. Senchagov V.K., Mityakov S.N. [Evaluation of economic crises using short-term indexes and average indexes of economic security of Russia]. *Problemy prognozirovaniya = Problems of Forecasting*, 2016, no. 2, pp. 44–58. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-krizisov-v-ekonomike-s-ispolzovaniem-kratkosrochnyh-indikatorov-i-srednih-indeksov-ekonomicheskoy-bezopasnosti-rossii?ysclid=lf49wj07ed578851510> (In Russ.)
 11. Zemskova E.S. [Evaluation of crisis situations in Russian Federation social sphere]. *Kontentus*, 2016, no. 12. (In Russ.) URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-ostroty-krizisnyh-situatsiy-v-sotsialnoy-sfere-rossiyskoy-federatsii>
 12. Moiseeva I.V. [Factor affecting the efficiency of use of labor potential of the region]. *Kontentus*, 2017, no. 6. (In Russ.) URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/faktornoe-vliyanie-na-effektivnost-ispolzovaniya-trudovogo-potentsiala-regiona?ysclid=lf4a6tbhmc25823909>
 13. Krivosheev A.V. [Development of theoretical and methodological provisions of analysis of the financial sustainability of universities]. *Sovremennaya ekonomika: problemy i resheniya = Modern Economics: Problems and Solutions*, 2020, no. 12, pp. 137–151. URL: <https://journals.vsu.ru/meps/article/view/7096> (In Russ.)
 14. Gontar' A.A. [Application of neural networks for the assessment of economic security]. *Nauka Krasnoyar'ya = Krasnoyarsk Science*, 2021, no. 3, pp. 24–40. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.12731/2070-7568-2021-10-3-26-40>
 15. Bekova L.R. [The role of artificial intelligence in ensuring the economic security of the bank]. *Molodoi uchenyi = Young Scientist*, 2022, no. 29, pp. 83–85. URL: <https://moluch.ru/archive/424/94051/?ysclid=lf4ajqnl9l133466931> (In Russ.)

Conflict-of-interest notification

I, the author of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.