

**ГУДКОВА ОКСАНА ЕВГЕНЬЕВНА**  
д.э.н., доцент кафедры бизнеса и управления  
Московский университет им.С.Ю. Витте (Рязанский филиал),  
г. Рязань, Россия,  
e-mail: gudkovaok@mail.ru

DOI:10.26726/1812-7096-2023-12-66-70

## ВОЗМОЖНОСТЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НЕСОСТОЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОСЕТЕЙ

***Аннотация.** В статье рассматриваются актуальные вопросы возможности прогнозирования несостоятельности предприятий путем использования алгоритмов искусственных нейронных сетей. Материал статьи актуален для широкого круга субъектов экономических отношений: во-первых, для предприятий всех сфер деятельности, так как направлен на выявление их внутренних проблем с целью оперативного применения необходимых корректирующих мер. Во-вторых, для потенциальных инвесторов, кредиторов, поскольку знание и применение алгоритмов прогнозирования банкротства позволяет снизить риски или избежать нежелательного партнерства. В процессе работы были использованы методы нормативного, сравнительного анализа, экономико-статистические методы и обобщения. Одной из задач данной статьи является применение нейронных сетей в прогнозировании несостоятельности предприятий сферы торговли. В ходе исследования создана и обучена нейронная сеть для оценки финансового состояния торгового предприятия и его отнесения к той или иной категории финансовой состоятельности или несостоятельности (банкротства). Нейронная сеть показала актуальный с реальностью результат, и, однозначно, успешно прошла проверку. Полученные в статье выводы: применение в процессах мониторинга финансового состояния предприятия и прогнозирования его несостоятельности современного метода - нейронной сети — значимо с позиции качества анализа финансово-экономического состояния предприятия в силу высокой степени точности.*

***Ключевые слова:** финансовая несостоятельность предприятия, кризис деятельности предприятия, банкротство предприятия, прогнозирование банкротства предприятия, нейронные сети, искусственный интеллект, интеллектуальные информационные технологии*

---

**GUDKOVA OKSANA EVGENIEVNA**  
Dr.Sc of Economics, Associate Professor of the Department of Business  
and Management, S.Y. Witte Moscow University (Ryazan Branch),  
Ryazan, Russia,  
e-mail: gudkovaok@mail.ru

## THE POSSIBILITY OF PREDICTING INSOLVENCY ENTERPRISES USING NEURAL NETWORKS

***Abstract.** The article deals with topical issues of the possibility of predicting the insolvency of enterprises by using artificial neural network algorithms. The material of the article is relevant for a wide range of subjects of economic relations: firstly, for enterprises of all spheres of activity, as it is aimed at identifying their internal problems in order to promptly apply the necessary corrective measures. Secondly, for potential investors and creditors, since knowledge and application of bankruptcy forecasting algorithms can reduce risks or avoid undesirable partnerships. In the process of work, methods of normative, comparative analysis, economic and statistical methods and generalizations were used. One of the objectives of this article is the use of neural networks in predicting the insolvency of commercial enterprises. In the course of the study, a neural network was created and trained to assess the financial condition of a trading enterprise and its classification into one or another category of financial solvency or insolvency (bankruptcy). The neural*

*network showed an actual result with reality, and, unequivocally, it successfully passed the test. The conclusions obtained in the article: the use of a modern neural network method in the processes of monitoring the financial condition of an enterprise and forecasting its insolvency is significant from the point of view of the quality of analysis of the financial and economic condition of an enterprise due to a high degree of accuracy.*

**Keywords:** *financial insolvency of an enterprise, crisis of an enterprise, bankruptcy of an enterprise, forecasting bankruptcy of an enterprise, neural networks, artificial intelligence, intelligent information technologies*

## 1. Введение

Для сохранения деловой активности российских предприятий в условиях усиления санкционных ограничений, постковидных трендов, растущего уровня неопределенности в турбулентной среде возрастает значимость своевременного прогнозирования их финансовой несостоятельности для оперативной реализации актуальных превентивных и антикризисных мер. Наступление кризисного периода в деятельности предприятий в виду широкого спектра циклических факторов закономерен даже на фоне благоприятного макроэкономического климата. В мировой практике накоплен опыт прогнозирования вероятности наступления банкротства предприятия на основе моделей, различающиеся набором факторов и методами построения. Одним из них выступает метод на основе моделирования, а именно использование алгоритмов искусственных нейронных сетей.

## 2. Основная часть

В конкурирующем мире предпринимательства как следствие действия внешних и внутренних факторов периодически наблюдаются кризисные состояния предприятия, достигающие в исключительных случаях до стадии его банкротства (индикатор - сумма задолженностей предприятия превышает его ресурсные возможности и резервные фонды). Следует отметить, что последняя стадия кризисного состояния - банкротство предприятия - возникает как следствие затяжной неплатежеспособности предприятия (финансовой несостоятельности) на протяжении всей его финансово-производственной деятельности по ряду факторов, в том числе из-за отсутствия продуманной стратегии ведения бизнеса, которые можно нейтрализовать заблаговременно.

Кризисное состояние каждого предприятия имеет отрицательный эффект не только для самого экономического субъекта, но и экономики, а также социума в регионе. Отрицательный мультипликативный эффект кризисного состояния предприятия становится реален в виду того, что такой субъект генерирует финансовые риски для предприятий – партнеров (срыв графика платежей, поставок продукции, исполнения иных обязательств); сокращает численность персонала; неэффективно используют заемный капитал; увеличивает задолженность по оплате труда сотрудникам; осложняет формирование доходной части государственного бюджета и внебюджетных фондов.

Априори природа кризиса непредсказуема, однако превентивные меры по его предотвращению посредством моделей и мер прогнозирования банкротства может корректировать стадию жизненного цикла предприятия.

Прогнозирование вероятности наступления банкротства предприятия позволяет своевременно и оперативно реализовать санационные меры для восстановления финансового благополучия предприятия и предупреждения негативных социальных эффектов для его сотрудников.

Процесс прогнозирования финансового состояния предприятия основывается на исследовании финансово-производственной деятельности прошлого периода и будущих возможных изменений. Ключевые задачи диагностики банкротства: мониторинг группы экзогенных и эндогенных факторов риска наступления кризиса; прогноз потенциальных затрат от последствий кризиса; анализ ресурсного потенциала, необходимого для предотвращения кризиса; выбор оптимального варианта антикризисной стратегии предприятия. Диагностика банкротства предприятия направлена на решение задач трех этапов: прогноз стадии возникновения кризиса; принятие мер по финансовому оздоровлению в краткосрочном периоде; реализация антикризисных мер и мониторинг их эффективности.

Априори относительно каждого потенциально несостоятельного предприятия (в дальнейшем - претендующим на ликвидацию в результате банкротства) можно утверждать, что можно избежать нарастания его проблем задолго до проявления первых признаков его убыточности.

Основой прогнозирования несостоятельности предприятия выступает динамика изменений статистических показателей в течение заданного временного лага, которые характеризуют не только его текущее финансовое состояние, но и определяют его дальнейшее развитие. Эти показатели есть факторы моделей.

Популярными в экономической литературе методами прогнозирования несостоятельности и банкротства предприятия являются применение многофакторных математических моделей от двухфакторных (определяющие степень зависимости состояния предприятия от показателей текущей ликвидности и доли заемных средств) до пятикратных (учитывающие более пяти показателей). Наиболее известны модели Э. Альтмана, Д. Фулмера, Р. Таффлера, Е.С. Стояновой, Л.В. Донцовой, О.П. Зайцевой. Анализ эффективности их применения в различных сферах деятельности (в строительстве, финансово-банковской сфере, в торговле, логистике и т.д.), приводят российские авторы в своих трудах [1-3].

При обилии моделей и методик прогнозирования несостоятельности предприятий, проявляются некоторые недостатки в прогнозировании банкротства, к примеру, значимое расхождение результатов анализа на основе моделей с реальным процессом кризиса предприятия. При этом разные методы и модели прогнозирования разнятся по точности результатов и степени сложности, например, при прогнозировании объемов продаж товаров и услуг, динамике изменения спроса или ценовой политики, динамике изменений финансовых показателей деятельности предприятия.

В результате научно-прикладного поиска в данном направлении стали востребованы применение таких методов, основанных на моделировании как использование алгоритмов искусственных нейронных сетей [4-5]. В качестве достоинств нейронных сетей в сравнении с уже классическими технологиями следует отметить их универсальность (без зависимости к свойствам входных данных, отсутствие требований относительно к конкурентному типу деления исходных данных и линейности целевых функций); устойчивость к шумовым данным и потенциал применения неограниченного числа независимых переменных за счет единовременной обработки всеми нейронами объема данных, что ускоряет процесс нахождения зависимостей. При этом одна и та же структура нейросети может быть применена многократно для решения новых задач или в другом случае – нейросеть обеспечивает при расширении или обновления наблюдений модифицировать саму модель.

Как инструмент оценки и прогнозирования финансового состояния предприятия значение нейронных сетей выражается в том, что происходит изучение реальных взаимосвязей на готовых моделях и даже в случаях с неполными данными и отсутствия версий относительно основного распределения совокупности. В случаях корреляции начальных данных или высокой степени нелинейности в исследуемой системе повышается эффективность нейронных сетей.

Однако применение нейронных сетей в прогнозировании не лишено недостатков, к примеру, требуется большое число наблюдений в процессе создания оптимального варианта модели; проблематичен подбор оптимального набора коэффициентов обучения. В теории вопроса недостаточно проработана методология формализованного отбора системы экономических показателей для формирования модели несостоятельности предприятий, особенно по сферам деятельности. В этой связи в части предобработки данных следует выделить значимость таких операций алгоритма как компрессия факторного пространства и реализация оптимального отбора факторов, обеспечивающих качество формируемой нейросетевой модели [6-7]. Более масштабный подход к исследованию к разработке алгоритма предобработки данных должен быть системным, охватывающим учет предобработки данных с алгоритмами обучения модели. Однако компрессии факторного пространства банкротств недостаточно исследованы.

Одной из задач данной статьи является применение нейронных сетей в прогнозировании несостоятельности предприятий сферы торговли. Для ее реализации были определены топология, механизм обучения и тестирования.

Исследование построено на данных 10 предприятий сферы торговли различные по форме собственности, размерам бизнеса и торговой сети, а также специфике торговой деятельности. Исходные данные составлены на основе финансовой отчетности каждой торговой компании.

Алгоритм реализации нейронной сети: подбор входных данных по анализируемым предприятиям; разработка архитектуры сети на основе параметров входных и выходных значений; формирование обучающей выборки и обучение нейронной сети; проверка корректности её функционала.

На первой стадии были реализованы задачи сбора данных в той или иной степени, определяющих будущее финансовую устойчивость предприятий; подготовки данных с позиции их единой размерности и непротиворечивости; выбор структуры нейронной сети.

Для прогнозирования финансового состояния (положительного или отрицательного) торговой компании показателями, определяющими её благополучие или несостоятельность в будущем, выступают:

- 1) показатели операционных издержек, учет динамики которых позволяет корректировать уровень убыточности или прибыльности операций и в целом финансового состояния компании;
- 2) показатели управления (рационального или неэффективного) активами компании;
- 3) показатели структуры капитала, позволяющие учесть степень риска финансовой состоятельности (или банкротства);
- 4) показатели продаж;
- 5) рыночные показатели, определяющие на рыночную стоимость бизнеса;
- 6) показатели обслуживания долга, учет которых позволяет торговой компании отвечать по своим финансовым обязательствам с учетом рыночной стоимости долга и в срок;
- 7) показатели ликвидности, позволяющие в сравнительных величинах текущих задолженностей торговой компании обеспечить погашение объема краткосрочной задолженности;
- 8) показатели доходности и прибыльности торговой компании.

Для построения структуры нейронной сети относительно торговой компании был применен многослойный перцептрон, состоящий из входного, скрытого и выходного слоев, и, отличающийся высокой степенью связанности.

На следующей стадии - обучение нейронной сети — был применен алгоритм обратного распространения, посредством которого вычисляется вектор градиента поверхности ошибок. На данном этапе некоторая сложность была в вопросе определения длины шагов.

Процесс прогнозирования несостоятельности торговых компаний был составлен на основе следующих показателей:

- рентабельность продаж;
- рентабельность активов;
- рентабельность собственного капитала;
- коэффициент обеспеченности собственными средствами;
- обеспеченность запасов и затрат;
- коэффициент независимости;
- временной лаг оборачиваемости кредиторской и дебиторской задолженности;
- коэффициент текущей ликвидности;
- коэффициент срочной ликвидности;
- коэффициент платежеспособности;
- коэффициент финансовой устойчивости.

На завершающем этапе - проверки корректности работы нейронной сети - на входной слой подана вся выборка по 10 компаниям и сверен результат на выходном слое нейронной сети с финансовым реальным состоянием каждой компании: 5 компаний из десяти в разной степени финансово устойчивы, 3 компании имеют финансово неустойчивую динамику и 2 компании в стадии банкротства. Это означает, что нейронная сеть показала актуальный с реальностью результат, и, однозначно, успешно прошла проверку.

Объективно апробированная нейронная сеть для прогнозирования несостоятельности предприятия не является совершенно последним вариантом, то есть сеть открыта для модернизации.

В ходе исследования создана и обучена нейронная сеть для оценки финансового состояния торгового предприятия и его отнесения к той или иной категории финансовой состоятельности или несостоятельности (банкротства).

### **3. Выводы**

Применение в процессах мониторинга финансового состояния предприятия и прогнозирования его несостоятельности современного метода - нейронной сети – значимо с позиции качества анализа финансово-экономического состояния предприятия в силу высокой степени точности.

Результаты применения нейронной сети имеют потенциал коммерчески выгодной разработки, поскольку экономят временные и материальные издержки предприятий для организации мониторинга и выявления внутренних финансовых проблем, особенно в части прогнозирования несостоятельности. А знание оперативно полученной информации позволяет вовремя

провести комплекс требуемых для оздоровления мер. Данная информация полезна для каждой компании в плане оценки своей кредитоспособности и платежеспособности при бизнес-планировании, обращении в финансовые институты, а также при поддержании своего делового имиджа и построении эффективного сотрудничества с партнерами.

Пока применение нейронных сетей в практике российских предприятий недооценено и не имеет большого распространения. Конечно, нейронные сети используются узких профессиональных областях, но нет широкого осознания общественного контекста. В этой связи следует отметить, что нейронные сети удобно применять для решения задач, где затруднительно применение классических статистических методов анализа в виду недостатка исходных данных. Следовательно, нейронные сети - перспективная вычислительная технология, применение которой позволит многим предприятиям вовремя и оперативно прогнозировать свою финансовую несостоятельность и предпринять актуальные меры или утвердиться в своей финансовой устойчивости и расширить бизнес.

#### Литература

1. Колесников Д.А. Анализ применения существующих методик прогнозирования несостоятельности (банкротства) предприятий к строительной отрасли // *Жилищные стратегии*. – 2020. – Том 7. – № 1. – С. 45-82. doi: 10.18334/zhs.7.1.100558
2. Карминский А.М. Сравнительный анализ методов прогнозирования банкротств российских строительных компаний // *Бизнес-информатика*. – 2019. – № 3. – с. 52-66. – doi: 10.17323/1998-0663.2019.3.52.66.
3. Дягель О.Ю., Энгельгардт Е.О. Диагностика вероятности банкротства организаций: сущность, задачи и сравнительная характеристик // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2008. – № 13 (118). – с. 49-57.
4. Горбатков С.А., Фархиева С.А. Нейросетевая модель диагностики стадий развивающегося банкротства корпораций. *Финансы: теория и практика*. 2018;22(3):112-123. DOI: 10.26794/2587-5671-2018-22-3-112-123
5. Горбатков С.А., Полупанов Д. В., Макеева Е.Ю., Бирюков А. Н. Методологические основы разработки нейросетевых моделей экономических объектов в условиях неопределенности. М.: Изд. дом «Экономическая газета»; 2012. 494 с.
6. Хайкин Саймон. *Нейронные сети: полный курс*// 2-е изд. Пер с англ. – М.: ООО Изд. дом Вильямс, 2006. - 1104 с.
7. Ясницкий Л. Н. *Интеллектуальные системы*. М.: Лаборатория знаний, 2016. 114 с.

#### References:

1. Kolesnikov D.A. Analiz primeneniya sushchestvuyushchih metodik prognozirovaniya nesostoyatel'nosti (bankrotstva) predpriyatij k stroitel'noj otrasli // *Zhilishchnye strategii*. – 2020. – Tom 7. – № 1. – S. 45-82. doi: 10.18334/zhs.7.1.100558
2. Karminskij A.M. Sravnitel'nyj analiz metodov prognozirovaniya bankrotstv rossijskih stroitel'nyh kompanij // *Biznes-informatika*. – 2019. – № 3. – с. 52-66. – doi: 10.17323/1998-0663.2019.3.52.66.
3. Dyagel' O.YU., Engel'gardt E.O. Diagnostika veroyatnosti bankrotsiva organizacij: sushchnost', zadachi i sravnitel'naya harakteristik // *Ekonomicheskij analiz: teoriya i praktika*. – 2008. – № 13(118). – с. 49-57.
4. Gorbatkov S.A., Farhieva S.A. Nejrosetevaya model' diagnostiki stadij razvivayushchegosya bankrotstva korporacij. *Finansy: teoriya i praktika*. 2018;22(3):112-123. DOI: 10.26794/2587-5671-2018-22-3-112-123
5. Gorbatkov S.A., Polupanov D. V., Makeeva E.YU., Biryukov A. N. Metodologicheskie osnovy razrabotki nejrosetevyh modelej ekonomicheskikh ob"ektov v usloviyah neopredelennosti. M.: Izd. dom «Ekonomicheskaya gazeta»; 2012. 494 s.
6. Hajkin Sajmon. *Nejronnye seti: polnyj kurs*// 2-e izd. Per s angl. – M.: ООО Изд. дом Вильямс, 2006. - 1104 s.
7. Yasnickij L. N. *Intellektual'nye sistemy*. M.: Laboratoriya znanij, 2016. 114 s.