

УДК 658.1

DOI 10.52928/2070-1632-2024-67-2-16-20

## ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ МОНИТОРИНГЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИИ ФИНАНСОВЫХ ПОТОКОВ

канд. экон. наук **И.В. МАТЮШ**

(Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой)

*В последнее время все чаще обращаются к методам искусственного интеллекта с целью достижения более точных и надежных результатов при прогнозировании экономических показателей организации. В статье рассматриваются существующие методы и подходы, применяемые с помощью нейронных сетей, также предлагается собственный подход к разработке искусственного интеллекта для целей мониторинга и прогнозирования финансовых потоков предприятия. Приводятся риски и ограничения применения нейронных сетей в бухгалтерском учете, анализе и прогнозировании.*

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, прогнозирование, мониторинг, финансовые потоки, машинное обучение, модели прогнозирования, нейронные сети, цифровая экономика.

**Введение.** В условиях экономической нестабильности и неопределённости способность предприятия мониторить и прогнозировать финансовые потоки дает возможность быть более устойчивым к неблагоприятным ситуациям. Актуальность мониторинга и прогнозирования финансовых потоков заключается в том, что ими пронизаны все сферы деятельности предприятия, они определяют его платежеспособность и необходимость привлечения заемного капитала, генерирование дополнительной прибыли, оптимизацию денежных потоков. При прочих равных условиях, предприятие, у которого наблюдается тренд в сторону увеличения объемов финансовых потоков, обладает меньшими инвестиционными рисками.

Бурное развитие и рост сферы использования искусственного интеллекта определяет актуальность его применения в области прогнозирования экономических показателей. Способность искусственного интеллекта обрабатывать гигантские многомерные массивы информации и вырабатывать различные варианты решений, используя комбинированные алгоритмы, выступает новым инструментом для анализа и прогнозирования трендов финансово-экономического развития предприятия. Высокая точность и вероятность прогнозов при использовании искусственного интеллекта достигается благодаря выявлению и анализу сложных взаимосвязей между различными экономическими факторами при обработке больших объемом данных, которые невозможно или трудно выявить, применяя традиционные методы обработки и анализа. В связи с этим формирование концепции мониторинга и прогнозирования финансовых потоков на основе использования искусственного интеллекта с целью обеспечения финансовой безопасности и устойчивости, эффективного управления имуществом и источниками его формирования и снижения затрат на финансирование деятельности предприятия является важной задачей финансового менеджмента в организации. Всё вышеперечисленное гарантирует предприятию финансовую сбалансированность и прибыльность в ходе решения стратегических задач и реализации любых бизнес-проектов.

В современном деловом мире традиционные статистические модели, построенные на данных о доходах и расходах предприятия за последние десять-пятнадцать лет, при формировании статических прогнозов на предстоящий год не могут обеспечить требуемой точности. Гораздо ценнее при прогнозировании временных рядов использовать всевозможные показатели, значения которых могут повлиять на результат, и количество таких показателей может исчисляться тысячами. Так, при прогнозировании показателя дохода, рационально учитывать показатели качества обслуживания клиентов, такие как коэффициент конверсии, коэффициент оттока и т.д. В свою очередь, трудно использовать большое количество показателей при традиционном прогнозировании временных рядов. Важно отметить, что искусственный интеллект лишен этих недостатков, поскольку может отслеживать, анализировать и адаптироваться к изменениям в больших объемах данных, а также находить корреляции в тысячах, казалось бы, разрозненных показателей при прогнозировании трендов экономического развития предприятия.

**Основная часть.** Прежде чем перейти к описанию применения искусственного интеллекта, сперва кратко разберем суть мониторинга и прогнозирования финансовых потоков.

Обеспечение финансовыми ресурсами материального потока в оптимальных объемах и в поставленные сроки с использованием наиболее эффективных финансовых источников является важной целью финансовых потоков. Финансовый поток характеризуется такими параметрами, как:

- объем потока – определенное количество финансовых средств, направленных на реализацию конкретной стратегической задачи;
- стоимость потока – расходы, связанные с обеспечением движения потока;
- продолжительность потока – промежуток времени от момента принятия заявки на перевод денежных средств до момента их поступления на счет получателя;
- направление потока – показатель движения потока от конкретного источника к конкретному получателю.

Мониторинг финансовых потоков – это прогнозирование, планирование и контроль финансовых операций – поступления и расходования финансовых средств предприятия [1, с. 215–223]. Основной целью мониторинга

финансовых потоков выступает анализ и контроль финансовой устойчивости и прибыльности предприятия, а отправной точкой является расчет финансовых потоков от текущей деятельности с помощью прямого и косвенного методов [2, с. 268–278].

Прогнозирование финансовых потоков — это процесс оценки будущих экономических условий на основе текущих и прошлых данных и трендов. Это важный аналитический инструмент, который позволяет предприятиям, организациям планировать свою деятельность в соответствии с ожидаемыми изменениями в экономической среде. Прогнозное моделирование финансовых потоков является важной частью более точного корпоративного планирования. В частности, имея точный прогноз будущего роста, появляется возможность принимать более обоснованные бюджетные решения, более эффективно распределять ресурсы и делать точные выводы о том, что необходимо сделать для достижения поставленных целей. основополагающим методом управления финансовыми потоками считается финансовый учет, который характеризуется наблюдением, оценкой, измерением, регистрацией, обработкой и систематизацией результатов хозяйственной деятельности и затрат в системе бухгалтерского учета, достаточной для принятия оперативных и прогнозных управленческих решений.

Чтобы изучить более полную картину денежных потоков, используются матричные балансы за определенный период времени, благодаря которым можно определить взаимосвязь между активами и пассивами предприятия, изменения в источниках финансирования активов и направлениях использования пассивов, а также определить решения, которые необходимо принять для их оптимизации (таблица 1).

Таблица 1. – Матрица коэффициентов сбалансированности платежей

		Коэффициент		
		1→Min		
1 ↓ Max		$k_1 = \frac{CIF_t}{COF_t}$	$k_2 = \frac{CIF_t - CIF_{ia}}{COF_t}$	$k_3 = \frac{CIF_t - CIF_{ia} - CIF_{fa}}{COF_t}$
		$k_4 = \frac{CIF_t}{COF_t - COF_{ia}}$	$k_5 = \frac{CIF_t - CIF_{ia}}{COF_t - COF_{ia}}$	$k_6 = \frac{CIF_t - CIF_{ia} - CIF_{fa}}{COF_t - COF_{ia}}$
		$k_7 = \frac{CIF_t}{COF_t - COF_{ia} - COF_{fa}}$	$k_8 = \frac{CIF_t - CIF_{ia}}{COF_t - COF_{ia} - COF_{fa}}$	$k_9 = \frac{CIF_t - CIF_{ia} - CIF_{fa}}{COF_t - COF_{ia} - COF_{fa}}$

Примечание:  $CIF_t$  – поступления (притоки денежных средств);  $COF_t$  – выплаты (оттоки денежных средств);  $CIF_{fa}$  – поступления (притоки денежных средств) по финансовой деятельности;  $COF_{fa}$  – выплаты (оттоки денежных средств) по финансовой деятельности;  $CIF_{ia}$  – поступления (притоки денежных средств) по инвестиционной деятельности;  $COF_{ia}$  – выплаты (оттоки денежных средств) по инвестиционной деятельности.

Далее рассмотрим возможности использования искусственного интеллекта для повышения точности и эффективности прогнозирования финансовых потоков.

Как говорилось ранее, высокая точность прогнозов, достигаемая за счёт охвата максимально возможного объёма данных о финансовых потоках, характеризующих как прямо, так и косвенно, является неоспоримым преимуществом применения искусственного интеллекта в сравнении с традиционными методами. Кроме обеспечения высокой доли вероятности и достоверности прогнозов, получаемый результат является полностью самостоятельным, постоянно корректируется в зависимости от изменяющихся условий, что даёт возможность оперативно актуализировать информацию в процессе принятия управленческих решений. Способность искусственного интеллекта находить закономерности и корреляции в массивах данных, практически не определяемых традиционными методами анализа, независимо от количества прогнозируемых показателей также является важнейшей особенностью применения искусственного интеллекта в сфере анализа и прогнозов.

В научной работе «Искусственный интеллект в управлении человеческими ресурсами» авторы отметили, что искусственный интеллект – это способность цифрового компьютера или управляемого компьютером робота выполнять задачи, которые считают прерогативой человека. В наше время термин применяют к проекту развития систем, наделенных интеллектуальными процессами, которые характерны для человеческого интеллекта (рассуждение, обобщение, получение опыта, анализ). Другими словами, «искусственный интеллект» – огромный спектр алгоритмов и инструментов механизированного обучения, который может оперативно получать данные, выявлять определенные закономерности, оптимизировать или прогнозировать тенденции [3].

В настоящее время различают два основных подхода к моделированию искусственного интеллекта: 1) машинный интеллект, заключающийся в строгом задании результата функционирования, и 2) искусственный разум, направленный на моделирование внутренней структуры системы. Моделирование систем первой группы достигается за счет использования законов формальной логики, теории множеств, графов, семантических сетей и других достижений науки в области дискретных вычислений, а основные результаты заключаются в создании экспертных систем, систем разбора естественного языка и простейших систем управления вида «стимул – реакция». Системы же второй группы базируются на математической интерпретации деятельности нервной системы (прежде всего мозга человека) и реализуются в виде нейроподобных сетей на базе нейроподобного элемента –

аналога нейрона [4, с. 10–11]. Соответственно, множество концепций, разнообразные теории, методы и методики, технологии характеризуют искусственный интеллект как комплексную дисциплину, состоящую из таких ключевых понятий, как «машинное обучение» и «нейронная сеть».

Машинное обучение заключается в обучении вычислительных систем, применяя статистические модели и логические операции. Суть данного способа заключается в отсутствии прямых инструкций при автоматическом улучшении алгоритмов. Иными словами, вычислительной системе ставится задача не в формате «сделай 2+2», а «сделай аналогично», используя входные данные.

Нейронная сеть представляет один из видов машинного обучения, в основу которого положена математическая модель и её программно-аппаратное воплощение, смоделированное по принципу функционирования человеческого мозга. Обучение нейронной системы может осуществляться как с помощью алгоритмов распознавания или команд, заданных человеком, так и самостоятельно, основываясь на ранее полученной информации. Структура нейронной сети формируется из нескольких слоев простейших процессоров (нейронов). Каждый такой нейрон производит математические вычисления над входящей информацией. Передача сигналов и взаимосвязь между нейронами осуществляется через синапсы, которые представляют собой место контакта, где конечные отростки одного нейрона встречаются с телом другого нейрона. Полученный таким образом результат математической функции нейрона передается в следующий слой или на выход нейронной сети.

Общая логика функционирования и архитектура простейшей нейронной сети, приведенная на рисунке 1, заключается в следующем. Исходная информация подается на входной слой нейронной сети. Нейроны входного слоя обрабатывают полученные данные и через синапсы передают сигналы нейронам следующего слоя. В момент обработки информации каждым нейроном при помощи математической функции рассчитывается весовой коэффициент, который присваивается сигналу. Нейроны второго и последующих слоев называются «скрытыми». Такое название они получили потому, что напрямую не связаны ни с входом, ни с выходом в нейронную сеть. Нейронами скрытых слоев производится математическая обработка полученных сигналов, и вычисленный результат отправляется к нейронам выходного слоя. Поскольку речь идет об имитации нейронов, то каждый процессор входного уровня связан с несколькими процессорами скрытого уровня, каждый из которых, в свою очередь, связан с несколькими процессорами уровня выходного. Выходной результат сравнивается с эталонным; в случае его несоответствия производится подстройка весовых коэффициентов. Процесс повторяется на большом наборе данных (так называемом обучающем DataSet) до тех пор, пока выходное значение, генерируемое нейронной сетью, не будет совпадать с эталонным. В конечном итоге, представленная простейшая нейронная сеть обучается и способна находить простые взаимосвязи в исходных данных.

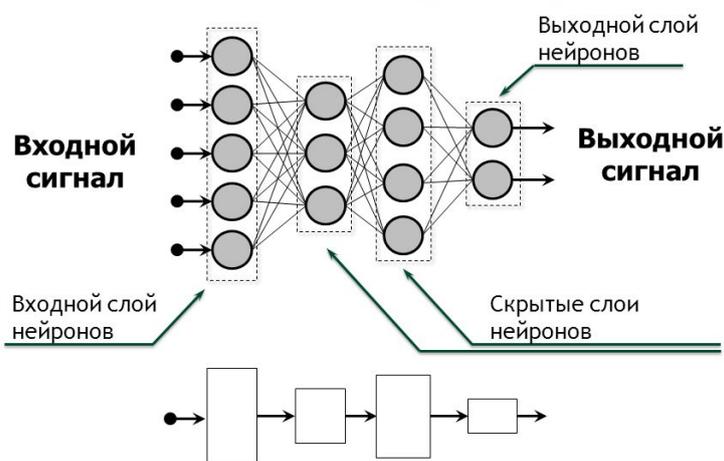


Рисунок 1. – Обобщенная архитектура нейронной сети

В отличие от простейшей сети, структура сложной модели нейронной сети будет включать несколько скрытых слоев нейронов, чередуемых слоями, которые выполняют сложные логические преобразования. Каждый последующий слой сети ищет взаимосвязи в предыдущем.

Определяя состав и структуру нейронной сети при создании искусственного интеллекта для мониторинга и прогнозирования финансовых потоков предлагаем исходить из следующих предпосылок.

Ключевым источником информации для мониторинга и прогнозирования финансовых потоков служат показатели, рассчитанные по данным, сформированным в рамках системы бухгалтерского учета. В свою очередь, система бухгалтерского учета и отчетности выступает основным базисом информации о количественных и стоимостных показателях, их изменениях для проведения анализа бизнес-процессов и принятия управленческих решений. Система бухгалтерского учета с лёгкостью формализуется на язык математики и может быть представлена в виде матричных моделей формирования корреспонденций счетов и матриц финансовой отчетности (рисунок 2).

$$\begin{aligned}
 & \mathbf{B}_1(50,85)=10 \cdot \begin{bmatrix} \text{Дт/Кт} & 41 & 46 & 50 & 85 & \Sigma \\ 41 & & & & & \\ 46 & & & & & \\ \mathbf{50} & & & 1 & 1 & \\ 85 & & & & & \\ \Sigma & & & & 1 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{Дт/Кт} & 41 & 46 & 50 & 85 & \Sigma \\ 41 & & & & & \\ 46 & & & & & \\ \mathbf{50} & & & & 10 & 10 \\ 85 & & & & & \\ \Sigma & & & & 10 & 10 \end{bmatrix} \\
 & \dots\dots\dots \\
 & \mathbf{B}_6(46,41)=3 \cdot \begin{bmatrix} \text{Дт/Кт} & 41 & 46 & 50 & 85 & \Sigma \\ 41 & & & & & \\ \mathbf{46} & 1 & & & & 1 \\ 50 & & & & & \\ 85 & & & & & \\ \Sigma & 1 & & & 1 & \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{Дт/Кт} & 41 & 46 & 50 & 85 & \Sigma \\ 41 & & & & & \\ \mathbf{46} & 3 & & & & 3 \\ 50 & & & & & \\ 85 & & & & & \\ \Sigma & 3 & & & 3 & \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Рисунок 2. – Матричные модели формирования проводок

Помимо этого, основой бухгалтерской модели предприятия, описывающей финансово-экономические процессы, являются план счетов бухгалтерского учёта и система корреспонденций между счетами. Принимая во внимание то обстоятельство, что математическая модель, описывающая исследуемую предметную область, является основанием при проектировании нейронной сети, то в рамках создания искусственного интеллекта для мониторинга и прогнозирования финансовых потоков в качестве нейронов внутренних слоев целесообразно использовать счета бухгалтерского учета, а синапсами – корреспонденции между счетами. Тогда архитектура нейронной сети будет выглядеть следующим образом (рисунок 3).

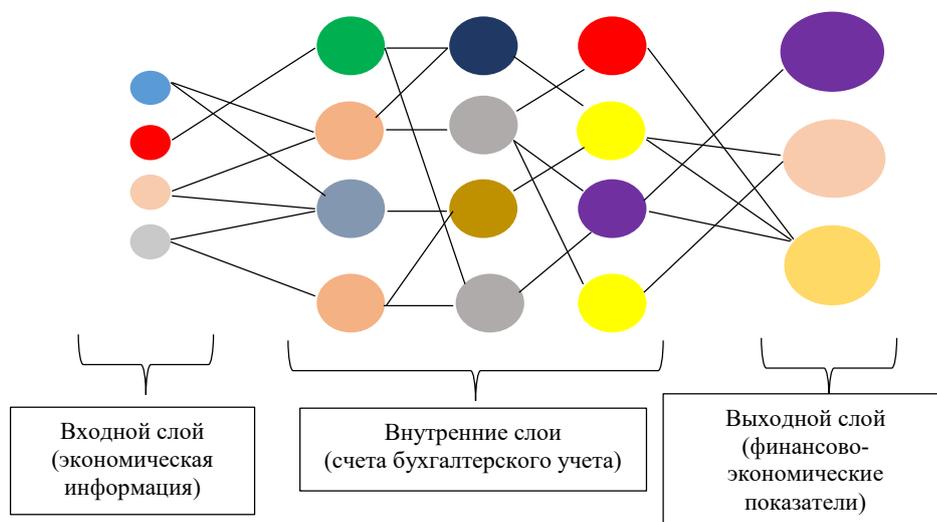


Рисунок 3. – Обобщенная архитектура нейронной сети, в которой в качестве нейронов внутренних слоев используются счета бухгалтерского учета

Таким образом, применение искусственного интеллекта, в основу которого положена математически формализованная модель бухгалтерского учета, даёт возможность формирования экономических показателей на стадии совершения отдельно взятой корреспонденции счетов и при этом получать прогнозный результат, величину влияния этой корреспонденции на общее финансово-экономическое положение предприятия. Помимо этого, возрастает роль и функции мониторинга, так как после отражения каждой корреспонденции счетов будет произведена оценка и определен результат её влияния на всевозможные финансовые показатели предприятия.

Применение искусственного интеллекта способствует появлению новых и усовершенствованных методов анализа и прогнозирования данных, которые ранее считались трудоемкими и невыполнимыми в рамках традиционных методов бухгалтерского учета и анализа. Внедрение в практику бухгалтерского учета и анализа искусственного интеллекта дает преимущество, которое выражается в многократном увеличении скорости процессов по обработке разносторонней и обширной экономической информации, описывающей бизнес-процессы, происходящие на предприятии, и прогнозирования будущих финансово-экономических показателей, например, расчёт

матрицы коэффициентов сбалансированности платежей. Это дает возможность принимать обоснованные и осознанные решения, сократить объем выполняемых трудоемких и трудозатратных аналитических операций, увеличить надежность и точность прогнозов, освободив время для решения более сложных и важных задач.

Но для получения корректных и надежных результатов, получаемых с помощью искусственного интеллекта для целей бухгалтерского учёта и анализа, необходимы специалисты, обладающие соответствующими компетенциями. Зависимость искусственного интеллекта от качества и состава входных данных является одним из основных недостатков и накладывает ограничение и риски на его применение в бухгалтерском учете и анализе. Если при машинном обучении будет использоваться заведомо или случайно некорректная, ошибочная финансово-экономическая информация, то и результаты также не могут быть точными и достоверными. Снижает возможность использования искусственного интеллекта в бухгалтерском учете и анализе требование по соблюдению нормативно-правовых актов. Применение искусственного интеллекта должно соответствовать строгим правилам и стандартам, которые регулируют процессы бухгалтерского учета, и обеспечивать конфиденциальность и защиту информации, что тоже может вызывать проблемы [5].

В целом, использование искусственного интеллекта в бухгалтерском учете, анализе и прогнозировании обладает своими ограничениями и рисками, преимуществами и недостатками. Использование искусственного интеллекта в бухгалтерском учете и анализе представляет собой новый вызов для отрасли, который может привести к более точному и эффективному управлению финансами потоками предприятия. Однако важно помнить, что искусственный интеллект должен применяться с учетом особенностей каждой организации и дополнять человеческий фактор, а не заменять его.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Салита С.В., Рахманая И.А. Формирование информационной системы мониторинга финансовых потоков в системе государственного финансового контроля // Сб. науч. работ ГОУ ВПО «ДОНАУИГС». Сер.: Экономика. – 2021. – № 21. – С. 215–223.
2. Струну Е.Л. Управленческий учёт: преимущества и проблемы внедрения на российских предприятиях [Электронный ресурс] // Междисциплинарный диалог: современные тенденции в общественных, гуманитарных, естественных и технических науках. – 2014. – С. 268–278. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlencheskiy-uchyot-preimuschestva-i-problemy-vnedreniya-na-rossiyskih-predpriyatiyah/viewer>.
3. Пантелеева Т.А., Арустамов Э.А., Максаев А.А. Возможности искусственного интеллекта в управлении кадровыми ресурсами в условиях свободного предпринимательства [Электронный ресурс] // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы». – 2019. – № 3. – URL: <https://resources.today/PDF/10ECOR319.pdf>. – DOI: <https://doi.org/10.15862/10ECOR319>.
4. Боровская Е.В., Давыдова Н.А. Основы искусственного интеллекта: учеб. пособие. – 4-е изд., электрон. – М.: Лаборатория знаний, 2020. – 130 с.
5. Белов Р.А. Использование искусственного интеллекта в бухгалтерском учете и аудите: новые возможности и вызовы // Научные высказывания. – 2023. – № 8(32). – С. 51–55. – URL: [https://nvjournal.ru/article/Ispolzovanie\\_iskusstvennogo\\_intellekta\\_v\\_buhgalterskom\\_uchete\\_i\\_audite\\_novye\\_vozmozhnosti\\_i\\_vyzovy/](https://nvjournal.ru/article/Ispolzovanie_iskusstvennogo_intellekta_v_buhgalterskom_uchete_i_audite_novye_vozmozhnosti_i_vyzovy/).

Поступила 15.05.2024

#### APPLICATION OF NEURAL NETWORKS IN MONITORING AND FORECASTING FINANCIAL FLOWS

I. MATSIUSH

(*Euphrosyne Polotskaya State University of Polotsk*)

*Recently, artificial intelligence methods are increasingly being turned to in order to achieve more accurate and reliable results when forecasting the economic performance of an organisation. The article considers the existing methods and approaches used with the help of neural networks, and also offers its own approach to the development of artificial intelligence for the purposes of monitoring and forecasting of financial flows of the enterprise. Also risks and limitations of application of neural networks in accounting, forecasting analysis are given.*

**Keywords:** *artificial intelligence, forecasting, monitoring, financial flows, machine learning, forecasting models, neural networks, digital economy.*