

УДК 338.4

*В. С. Просалова*

ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный медицинский университет»,  
Владивосток, e-mail:prosalova@mail.ru

## ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЭКОНОМИКЕ

**Ключевые слова:** нейронная сеть, применение нейронных сетей, эффективность использования нейронных сетей, инвестиции в нейросетевые технологии, научные исследования нейронных технологий, нейронный программный продукт, решение экономических задач, особенности использования нейронных сетей.

Возможности использования искусственного интеллекта в различных отраслях деятельности, рассматривались учеными уже не одно десятилетие, наиболее успешно этот опыт зарекомендовал себя в медицинских исследованиях. Научные труды, касающиеся эффективности использования нейронных сетей в экономике, появились сравнительно недавно, тем не менее, результаты внедрения нейросетевых технологий в различные отрасли экономики оказался весьма успешным. В связи с чем, целью данной статьи является обоснование эффективности использования нейронных сетей в экономике. Мировыми державами в области внедрения нейронных сетей в экономику являются: Китай, США, Япония, Южная Корея. Автор выделил особенности использования искусственных нейронных сетей в экономике зарубежных стран и России. Российский рынок разработок в области нейронных сетей значительно уступает зарубежным. Среди основных причин, которые выделил автор публикации, являются: ограниченный бюджет государственных инвестиций в нейросетевые технологии, влияние санкций, приведших к разрыву логистических связей по поставке необходимого оборудования, прекращению зарубежных инвестиций, оттоку квалифицированных кадров, обладающих соответствующими компетенциями в области работы с нейронными сетями.

*V. S. Prosalova*

Pacific State Medical University, Vladivostok, e-mail: prosalova@mail.ru

## THE POSSIBILITIES OF USING NEURAL NETWORKS IN THE ECONOMY

**Keywords:** neural network, the use of neural networks, efficiency of using neural networks, investments in neural network technologies, scientific research of neural technologies, neural software product, solving economic problems, features of using neural networks.

The possibilities of using artificial intelligence in various fields of activity have been considered by scientists for decades; this experience has proven itself most successfully in medical research. Scientific works concerning the effectiveness of using neural networks in economics have appeared relatively recently, however, the results of the implementation of neural network technologies in various sectors of the economy have been very successful. In this connection, the purpose of this article is to substantiate the effectiveness of using neural networks in economics. The world powers in the field of introducing neural networks into the economy are: China, USA, Japan, South Korea. The author highlighted the features of the use of artificial neural networks in the economies of foreign countries and Russia. The Russian market for developments in the field of neural networks is significantly inferior to foreign ones. Among the main reasons identified by the author of the publication are: the limited budget of public investment in neural network technologies, the impact of sanctions that led to the severing of logistics ties for the supply of necessary equipment, the cessation of foreign investment, and the outflow of qualified personnel with relevant competencies in the field of working with neural networks.

### Введение

Проведение прогнозных исследований для решения экономических задач всегда являлось наиболее ресурсозатратным и сложным для всех экономических субъектов. Открытие нейронных сетей, а в последствии и разработка моделей, применяемых для макро и микроэкономических исследований позволило повысить точность расчетов про-

гнозируемых величин, а также сократить затраты на проведение данных исследований. В связи с чем возникает потребность в более подробном изучении возможностей широкого применения нейронных сетей в различных отраслях экономики.

**Цель исследования** является обоснование эффективности использования нейронных сетей в экономике.

**Материал и методы исследования**

Для написания данной статьи были использованы такие теоретические методы исследования как: анализ, синтез, обобщение. Также были использованы такие практические методы, как: описание, сравнение, методы экономического анализа.

**Результаты исследования и их обсуждение**

Основателем идеи создания и моделирования принципов самоорганизации экономических систем являются А.И. Ивахненко, разработавший модель развития экономики Англии, а также оценки и прогнозирования состояния экономики таких стран как США, Болгария, Германия [1], в данном направлении также работал Щетинин В.Г., построивший нейронную сеть для моделирования и решения задач анализа экономики Мордовии и Пензенской области [2], Петрова В.И. и Зайцева К.В., исследовавшие динамику инновационной деятельности регионов России с применением нейросетевого моделирования [3]. Современными исследователями нейронных сетей, изучающими возможности их активного применения для прогнозирования экономических процессов, являются: Козак Е., Сергеев В.А. [4, 5]. Среди зарубежных исследователей в области применения ней-

ронных сетей в экономике, можно отметить: Hill T., Marquez L., O'Connor M., Remus W., Miikkulainen R., Stanley K.O., Nasir M.L., John R.I., Bennett S.C., Russell D.M., Patel A., Giles C.L., Lawrence S., [6-8].

Специальные программные пакеты устанавливаются в государственных организациях и коммерческих предприятиях, холдингах, кредитных организациях, финансовых и страховых компаниях. В настоящее время они применяются для прогнозирования макроэкономических показателей; прогнозных расчетов работы предприятия; в области финансовых операций, в т.ч. биржевых и рыночных индексов, курсов валют; для проведения аналитических исследований с целью принятия бизнес-решений; оценке стоимости предприятий; проведения оценки качества деятельности предприятий.

Основные направления использования нейронных сетей в экономике представлены в таблице 1.

Применение искусственных нейронных сетей в экономике успешно зарекомендовало себя за рубежом. В настоящее время на их базе созданы программы ценовых прогнозов курсов валют, анализа портфеля ценных бумаг, торговли ценными бумагами, которые используются фондовыми биржами Японии, США, Великобритании [9].

**Таблица 1**

Основные направления использования нейронных сетей в экономике

Область экономического направления	Механизм применения
Банковская и инвестиционная деятельность	Прогнозирование банкротства предприятий и их финансовой устойчивости и платежеспособности, оценка риска страхования вложенных средств, прогнозирование остатков средств на корреспондентских счетах, составление рейтинга инвестиционных проектов, прогнозирование эффективности инвестиционных проектов, расчет модели поведения клиентов, скоринг клиентов, голосовые помощники и чат-боты, антифрод-системы, идентификация пользователя, визуализация данных
Производственная деятельность	Прогнозирование объемов производства, загрузки производственных мощностей, запасов сырья, расчет оптимальных цен на продукцию, визуализация данных
Организация торговли	Прогнозирование спроса, составление прогноза цен и их анализ, расчет оптимальных цен на продукцию, визуализация данных, аналитика социальных сетей
Страховая деятельность	Прогнозирование вероятности наступления страхового случая, расчет наиболее выгодного страхового продукта, расчет страховой премии, голосовые помощники и чат-боты, визуализация данных
Финансовые рынки	Прогнозирование котировок на валютном рынке, прогнозирование курсов ценных бумаг, оценка недвижимости, распознавание всплесков биржевой активности, прогнозирование цен на товары и сырье, антифрод-системы, визуализация данных
Бюджетная и налоговая система	Прогнозирование валового поступления налогов и сборов, комплексное социально-экономическое развитие территорий, визуализация данных

Всемирная организация ООН применяет программные пакеты карт Кохонена для ранжирования стран по уровню бедности [10]. Положительные результаты работы искусственных нейронных сетей послужили стимулом для проведения совместной работы Лондонской школы бизнеса, университетским колледжем Лондона, компанией TBS Bank Technology и Центром прогнозирования Henley по созданию и внедрению программ «Клуб нейропрогнозирования» и «Нейронные сети для финансовых услуг». Услугами этих программ пользуются крупные финансовые корпорации Великобритании, Франции, Германии, Японии, США, Канады, Австралии [11], т.к. они охватываются базой данных и моделируются сетью нейронов отдельно для каждого географического субъекта, на первоначальном этапе для дальнейшего объединения в Центре управления.

Известная финансовая корпорация «Citigroup» использует их для анализа и краткосрочного прогнозирования колебаний валют [12].

Использование нейронных сетей для анализа рынка недвижимости позволило компании «Richard Borst» увеличить обороты капитала в отдельных подразделениях

на 6% [13]. Компания Microsoft с помощью нейронных сетей выстраивает рейтинг своих клиентов, для формирования базы распространения рекламных рассылок, что позволило снизить рекламные расходы на 15%. Искусственный интеллект также используется для прогноза вероятности наступления банкротства крупными банками мира, такими известными корпорациями как: General Electric, American Airlines, Coca Cola, Philip Morris, Procter&Gamble, Merrill Lynch, Ford, Reno и многими другими.

Научные разработки в области нейронных технологий требуют значительных (миллионных) сумм инвестиций, т.к. данный вид исследований основывается на покупке и создании современных процессоров и технологического оборудования. Данные, представленные в таблице 2 объясняют тенденцию, в области разработки и применения нейронных сетей (рисунок 1). Из рисунка 1 видно, что инвестиционными лидерами на мировом рынке до 2014 г. являлись США и Евросоюз, активность отдельных стран Евросоюза не столько велика, поэтому данные по количеству разработок были просуммированы, тем не менее наблюдается существенный отрыв по показателям между США и Евросоюзом.

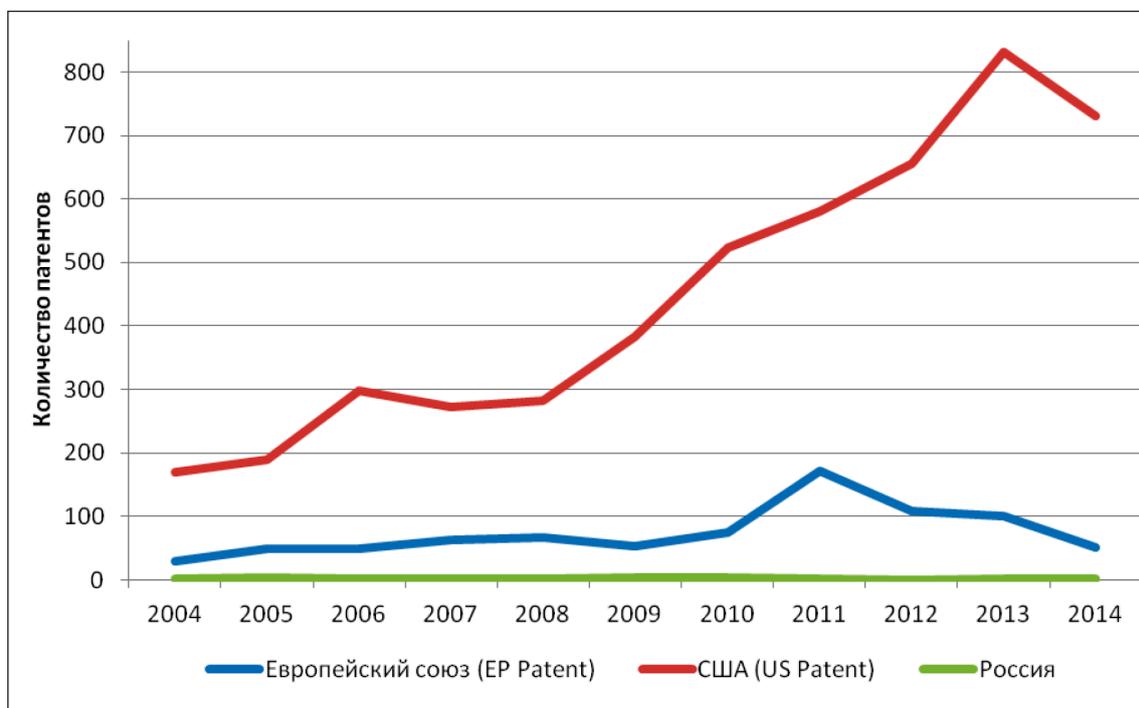


Рис. 1. Динамика распределения по странам патентов в области разработки и применения нейронных сетей за 2004-2014 гг. [14]

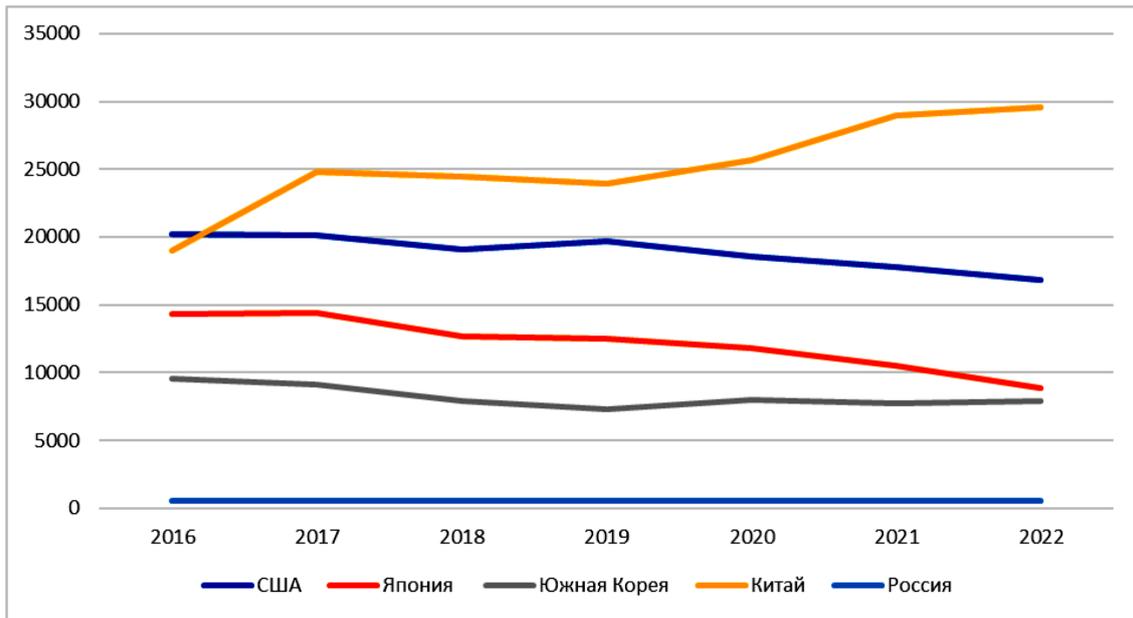


Рис. 2. Динамика распределения по странам количества заявок на патенты в области разработки и применения нейронных сетей за 2016-2022 гг.  
Источник: составлено по материалам [15]

Политика правительства Китая, относительно актуальности и эффективности вложений в развитие нейронных сетей значительно изменилась за последние годы и на сегодняшний день они являются абсолютными мировыми лидерами в данной отрасли, опередив по объему инвестиций и количеству запатентованных разработок даже США, которые являлись ведущей страной в данном направлении до 2016 г.

В целом, как мы видим, мировые державы сделали значительных скачок в развитии нейротехнологий с 2014 по 2016 г. Изменился и состав стран – лидеров. Кроме США, остальные страны, это представители ЮВА.

Российский рынок разработок в области нейронных сетей значительно уступает зарубежным (рисунок 1, 2). Сложившуюся динамику можно объяснить рядом причин. Прежде всего это отсутствие целенаправленного государственного финансирования научных исследований в области нейронных сетей до 2014. С 2018 г. реализуется национальный проект «Цифровая экономика», в рамках которого осуществляются инвестиции в искусственный интеллект, однако суммы выделяемых средств значительно уступают объемам зарубежных государственных инвестиций. Тем не менее, даже не все запланированные бюджетные средства исполняются в рамках утверж-

денного бюджета (99%). Анализ коммерческих инвестиций показывает, что, всего лишь две крупные корпорации (VK и Яндекс) занимают половину рынка, занимающимся разработками в области нейросетевых технологий.

В качестве еще одного значимого фактора, негативно влияющего на развитие рынка нейросетевых технологий, можно отметить влияние санкций, введенных в результате спец. операции, что привело к разрыву логистических связей по поставке необходимого оборудования, прекращению зарубежных инвестиций, оттоку квалифицированных кадров, обладающих соответствующими компетенциями в области работы с нейронными сетями.

Аналитические исследования данных по развитию инвестиционных зарубежных программ показывают, что во всем мире правительства уделяют большое внимание проектам по исследованию нейронных технологий (таблица 2), которые могут быть адаптированы и применяться в области экономики.

Российские предприятия, в т.ч. крупные холдинги не могут составить конкуренцию правительствам зарубежных стран по уровню инвестиционной активности, поэтому требуется дополнительное привлечение государственного финансирования.

Таблица 2

Наиболее крупные зарубежные государственные инвестиционные программы по финансированию глобальных научно-исследовательских проектов в области нейросетевых технологий

Название программы	Объемы, сроки и источники финансирования
«Connectom»	100 млн долларов США, 2005 – 2023 г, США
«Blue Brain»	1,019 млрд евро, 2024 г, Швейцария
«Human Brain Project»	1 млрд 190 млн евро, 2012 – 2023 г., Еврокомиссия Евросоюза
«BRAIN Initiation»	3 млрд долларов США по 300 млн долларов в год, 2014 – 2024 г., Правительство США
«Big Brain»	60 млн долларов США, 2014 г., корпорация Microsoft
«Brainnetome»	200 млн юаней, 2013 г, Китай
«Research Plan for Neural Circuits of Emotion and Memory»	200 млн юаней, 2011 – 2017 гг., Китай
«Functional Connectome Project»	300 млн юаней, 2012 – 2016 гг., Китай

Составлено по материалам [14].

Таблица 3

Особенности использования искусственных нейронных сетей в экономике зарубежных стран и России

Страна	Практика использования нейронных сетей	Основные источники инвестиций для проведения научных исследований	Основные типы задач, решаемые нейронными сетями
Япония	Кредитные, финансовые и коммерческие организации, фондовые биржи	Частные инвестиции	Прогнозирование, классификация, оптимизация, ассоциативная память
США	Государственные службы, кредитные, финансовые и коммерческие организации, фондовые биржи	Государственные и частные инвестиции	Прогнозирование, классификация, кластеризация, оптимизация, ассоциативная память.
Великобритания	Кредитные, финансовые и коммерческие организации, фондовые биржи	Частные инвестиции	Прогнозирование, классификация, кластеризация, оптимизация, ассоциативная память
Франция	Кредитные, финансовые и коммерческие организации, фондовые биржи	Частные инвестиции	Прогнозирование, классификация, кластеризация, оптимизация, ассоциативная память
Китай	Государственные службы, кредитные, финансовые и коммерческие организации	Государственные и частные инвестиции	Прогнозирование, классификация, кластеризация
Канада	Государственные службы, кредитные, финансовые и коммерческие организации, фондовые биржи	Государственные и частные инвестиции	Прогнозирование, классификация, кластеризация, оптимизация, ассоциативная память
Россия	Государственные службы, кредитные организации и коммерческие организации	Государственные инвестиции	Прогнозирование, классификация, кластеризация

На сегодняшний день ряд разработок, информационных процессоров для создания программ нейронных сетей отечественные предприятия больше не могут закупать за рубежом. Возможен вариант совместного государственного и частного финансирования научных исследований нейронных технологий. В рамках совместного финансирования будут реализовываться госу-

дарственные проекты, обеспечивающие развитие медицинских технологий, совершенствования информационных технологий в области казначейства, бюджетной и налоговых систем, а посредством частного финансирования будут проводиться исследования по созданию программ для решения экономических задач коммерческого характера.

В настоящее время созданием новых нейронных программных продуктов, в том числе в области решения экономических задач занимаются российские университеты: МФТИ, МГУ, ВШЭ, «Сколтех» и пр., а также такие крупные компании, как холдинг Mail.Ru Group, «Яндекс», особое значение в этом перечне занимает компания «Тора – Центр», которая разработала программные продукты более чем для 700 компаний и кредитных организаций.

На сегодняшний день в России нейронные сети используются более, чем в 30 кредитных организациях, 60 финансовых компаний.

В тоже время их стали применять и для повышения эффективности деятельности государственных служб: МЧС, налоговых органов, Центрального банка России, Федеральной службы государственной статистики [16].

Поведенный анализ позволил выявить основные направления и особенности использования нейронных сетей в экономике зарубежных стран (таблица 3).

### Выводы

В качестве основных преимуществ нейронных сетей, объясняющих увеличение активности их использования в сфере экономики можно выделить:

- 1) простота в использовании и эксплуатации;
- 2) совместимость с множеством информационных программ и базами данных;
- 3) способность к самообучению и самонастраиванию при изменении отдельных параметров;
- 4) способность выполнять свои функции при отсутствии некоторых данных, наличии

искаженной, а также противоречивой информации;

5) учет воздействия внешних факторов (помех) на систему кластерных данных;

6) способность работать с большим числом переменных и не снижать точности вычислений при их увеличении;

7) наращение скорости обработки данных за счет увеличения объема внутренней информации.

Кроме указанных преимуществ нейронные сети обладают и рядом недостатков:

1) отсутствие стандартных механизмов расчетов для конкретных задач. При постановке новой конкретной задачи необходимо самостоятельно разрабатывать модель расчета для нейронной сети и формировать базу для ее обучения;

2) сложность формализации процессов, нейронной сети. Процессы, происходящие при работе нейронной сети достаточно сложны для понимания, как обычным пользователям, так и разработчикам, поэтому она зачастую остается так называемым «черным ящиком»;

3) сложность формирования информационной базы для обучения. Прежде чем нейронная сеть заработает ее необходимо обучить на конкретных примерах. Условия нестабильности, характерные для экономической системы не позволяют накопить достаточно большую базу данных за длительный период времени.

Тем не менее необходимо выделить уникальное свойство нейронных сетей – это их возможность учитывать и моделировать изменение экономических процессов, а также поведение общества, то, что невозможно рассчитать с помощью математических моделей.

### Библиографический список

1. Ивахненко А.Г., Мюллер Й.А. Самоорганизация прогнозирующих моделей. Киев: Техника, 1985. 225 с.
2. Щетинин В.Г., Костюнин А.В. Принятие решений на нейронных сетях оптимальной сложности // Автоматизация и современные технологии. 1998. № 4. С. 38-43.
3. Перова В.И., Зайцева К.В. Исследование динамики инновационной деятельности регионов России с применением нейросетевого моделирования // Экономический анализ: теория и практика. 2017. Т. 16, Вып. 5. С. 887–901. DOI: 10.24891/ea.16.5.887.
4. Козак Е. Нейронные сети как инструмент прогнозирования в экономике // Modern Economy Success. 2022. № 1. С. 168-172.
5. Сергеев В.А. Использование нейросетей в прогнозировании фондового рынка // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2018. № 4. С. 280-282.

6. Hill T., Marquez L., O'Connor M., Remus W. Artificial neural network models for forecasting and decision making // *International Journal of Forecasting*. 1994. Vol. 10. P. 5-15.
7. Miikkulainen R., Stanley K.O. *Evolving Neural Networks*, 2009.
8. Nasir M.L., John R.I., Bennett S.C., Russell D.M., Patel A. Predicting corporate bankruptcy using artificial neural networks // *Journal of Applied Accounting Research*. 2000. № 5. № 30-52.
9. Сафоненков А.А. Применение искусственных нейронных сетей в финансовой сфере // Научное сообщество студентов XXI столетия. Экономические науки: сб. ст. по мат. XXXIII междунар. студ. науч.-практ. конф. № 6(33). [Электронный ресурс]. URL: [http://sibac.info/archive/economy/6\(33\).pdf](http://sibac.info/archive/economy/6(33).pdf) (дата обращения: 13.04.2024).
10. Остроухов И., Панфилов П. Нейросети: карты Кохонена. Тора-Центр [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tora-centre.ru/papers.htm> (дата обращения: 27.04.2024).
11. Barney J.B. *Gaining and sustaining competitive advantage*. Addison – Wesley, 1996.
12. Кошарова Н.Б. Понятие искусственных нейронных сетей и преимущество их использования в решении экономических задач // *Экономика и предпринимательство*. 2013. № 12-3. С. 430-432.
13. Тора-Центр [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tora-centre.ru/> (дата обращения: 25.04.2024).
14. China Widens Lead Over US in AI Patents After Beijing Tech Drive // *By Bloomberg News*. 24.10.2023 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-10-24/china-widens-lead-over-us-in-ai-patents-after-beijing-tech-drive> (дата обращения: 22.04.2024).
15. Публичный аналитический доклад по направлению «Нейротехнологии». 2014. [Электронный ресурс]. URL: <https://reestr.extech.ru/docs/analytic/reports/neuroscience.pdf> (дата обращения: 25.04.2024).
16. Andrews K.R. *The Concept of Corporate Strategy*. Dow Jones-Irwin: Homewood, IL, 1971.