

УДК 004.032.26

5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы экономики (физико-математические науки, экономические науки)

ПРОБЛЕМАТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В НАУЧНОЙ РАЦИОНАЛЬНОСТИ

Яцкевич Евгений Сергеевич
магистрант
es_yatskevich@internet.ru
ФГБОУ ВО "Кубанский государственный технологический университет", 350020, улица Московская, 2, Краснодар, Россия

Кушнир Надежда Владимировна
старший преподаватель кафедры информационных систем и программирования
РИНЦ-SCIENCE INDEX. SPIN-код=6951-4012
kushnir.06@mail.ru
ФГБОУ ВО "Кубанский государственный технологический университет", 350020, улица Московская, 2, Краснодар, Россия

Мурлин Алексей Георгиевич
кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем и программирования
murlinag@mail.ru
ФГБОУ ВО "Кубанский государственный технологический университет", 350020, улица Московская, 2, Краснодар, Россия

Власенко Александра Владимировна
кандидат технических наук, доцент
alex_vlasenko@list.ru
Краснодарский университет МВД России, 350005, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Ярославская 128

Оганян Армен Робертович
магистрант
oganyan21v@mail.ru
ФГБОУ ВО "Кубанский государственный технологический университет", 350020, улица Московская, 2, Краснодар, Россия

Высоцкий Владислав Алексеевич
магистрант
vysotskiy_va@mail.ru
ФГБОУ ВО "Кубанский государственный технологический университет", Краснодар, Россия 350020, улица Московская, 2, Краснодар, Россия

UDC 004.032.26

5.2.2. Mathematical, statistical and instrumental methods of economics (physics and mathematical sciences, economic sciences)

THE PROBLEMS OF USING NEURAL NETWORKS IN SCIENTIFIC RATIONALITY

Yatskevich Evgeniy Sergeevich
master student
es_yatskevich@internet.ru
FGBOU VO "Kuban State Technological University", Krasnodar, Russia

Kushnir Nadezhda Vladimirovna
senior Lecturer in the department of information systems and programming
RSCI SPIN-code=6951-4012
kushnir.06@mail.ru
FGBOU VO "Kuban State Technological University", Krasnodar, Russia

Murlin Alexey Georgievich
Cand.Tech.Sci., Associate Professor of the Department of Information Systems and Programming
murlinag@mail.ru
Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia

Vlasenko Alexandra Vladimirovna
Cand.Tech.Sci., Associate Professor
alex_vlasenko@list.ru
Krasnodar University of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Krasnodar, Russia

Oganyan Armen Robertovich
master student
oganyan21v@mail.ru
FGBOU VO "Kuban State Technological University", Krasnodar, Russia

Vysotskiy Vladislav Alexeevich
master student
vysotskiy_va@mail.ru
FGBOU VO "Kuban State Technological University", Krasnodar, Russia

В данной научной статье рассматривается проблематика использования нейронных сетей в научной рациональности. Авторы проводят анализ возможностей и ограничений применения нейронных сетей в научных исследованиях и подчеркивают роль их влияния на процесс принятия решений в науке. В статье также рассматривается вопрос о том, как использование нейронных сетей может повлиять на достоверность и объективность полученных результатов, а также на этические аспекты и проблемы конфиденциальности данных. Авторы предлагают ряд рекомендаций и решений для оптимизации использования нейронных сетей в научной деятельности с целью обеспечения максимальной рациональности и достоверности результатов исследований. Исследование подчеркивает важность обоснованного и критического использования нейронных сетей в науке и призывает к более глубокому пониманию и осмысленному применению этой технологии в различных областях научной деятельности

Ключевые слова: НАУЧНАЯ РАЦИОНАЛЬНОСТЬ, ЭПИСТЕМИЧЕСКИЕ ЦЕННОСТИ, ПОЗНАНИЕ, НЕЙРОСЕТЬ, ИНТЕГРАЦИЯ, СТРАТЕГИИ ИНТЕГРАЦИИ, МОДЕЛЬ НЕЙРОННОЙ СЕТИ, КОРРЕЛЯЦИЯ, АДАПТИВНОСТЬ, ПРОГРАММИРОВАНИЕ

This scientific article examines the problems of using neural networks in scientific rationality. The authors analyze the possibilities and limitations of using neural networks in scientific research and emphasize the role of their influence on the decision-making process in science. The article also discusses how the use of neural networks can affect the reliability and objectivity of the results obtained, as well as ethical aspects and data privacy issues. The authors propose a number of recommendations and solutions to optimize the use of neural networks in scientific activities in order to ensure maximum rationality and reliability of research results. The study highlights the importance of the informed and critical use of neural networks in science and calls for a deeper understanding and meaningful application of this technology in various fields of scientific activity

Keywords: SCIENTIFIC RATIONALITY, EPISTEMIC VALUES, COGNITION, NEURAL NETWORK, INTEGRATION, INTEGRATION STRATEGIES, NEURAL NETWORK MODEL, CORRELATION, ADAPTABILITY, PROGRAMMING

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-200-034>

Введение. Растущая интеграция нейронных сетей в научные исследования и процессы принятия решений представляет собой заметную эволюцию в использовании вычислительных методологий в различных областях. Эта тенденция подчеркивает растущее признание нейронных сетей как мощных инструментов для анализа данных, распознавания образов и прогнозного моделирования в научных исследованиях. Широкое распространение нейронных сетей охватывает такие области, как естественные науки, инженерное дело, здравоохранение, социальные науки и экологические исследования, что позволяет исследователям и практикам использовать передовые методы машинного обучения для извлечения знаний из сложных наборов данных, моделирования сложных явлений и принятия обоснованных решений посредством прогнозирования. аналитика. Эта

<http://ej.kubagro.ru/2024/06/pdf/34.pdf>

интеграция не только изменила традиционные научные методологии, но и открыла новые возможности для проверки гипотез, открытия знаний и рассуждений, основанных на фактических данных. Однако это также побуждает к критическим размышлениям относительно эпистемических последствий, интерпретируемости и этических аспектов, связанных с использованием нейронных сетей в научных исследованиях [3].

Включение нейронных сетей в научную рациональность создает потенциальные проблемы и последствия, которые требуют тщательного рассмотрения. Эти проблемы включают в себя ряд факторов, включая интерпретируемость, воспроизводимость и влияние алгоритмических ошибок на процессы принятия решений. Нейронные сети, характеризующиеся своей сложной, нелинейной природой, могут создавать проблемы при объяснении обоснования своих прогнозов, что приводит к опасениям по поводу интерпретируемости и прозрачности их результатов. Кроме того, воспроизводимость результатов, полученных с помощью нейронных сетей, может быть затруднена из-за сложных взаимодействий внутри этих моделей, что поднимает вопросы о надежности и устойчивости результатов. Кроме того, наличие предвзятости в обучающих данных и архитектуре моделей может повлиять на объективность и справедливость научных решений, что потенциально может привести к непредвиденным последствиям. Решение этих проблем имеет важное значение для поддержания целостности научной рациональности и обеспечения соответствия знаний, основанных на нейронных сетях, строгим эпистемическим стандартам и этическим принципам [9].

Крайне важно подчеркнуть важность решения проблемы научной рациональности в контексте нейронных сетей. Поскольку нейронные сети все больше проникают в научные исследования и процессы принятия решений, потенциальные последствия для эпистемической целостности, методологической строгости и этических соображений становятся все более

очевидными. Эффективное решение проблем, связанных с интерпретируемостью, воспроизводимостью и алгоритмическими предубеждениями, необходимо для поддержания основополагающих принципов научной рациональности, включая эмпирические данные, критическое мышление и логические рассуждения. Решая эти проблемы, научное сообщество может стремиться к тому, чтобы знания, основанные на нейронных сетях, соответствовали установленным эпистемическим ценностям и этическим основам, тем самым поддерживая достоверность, обоснованность и надежность научных усилий в эпоху интеграции нейронных сетей [8].

Нейронные сети и научные исследования. Применение нейронных сетей в научных исследованиях, анализе данных и проверке гипотез значительно расширило возможности вычислительных методологий в различных областях исследований. Нейронные сети, характеризующиеся своей способностью изучать сложные закономерности и взаимосвязи на основе данных, нашли широкое применение в таких задачах, как прогнозное моделирование, классификация и кластеризация. В научных исследованиях нейронные сети используются для анализа больших и многомерных наборов данных, что позволяет извлекать значимую информацию, выявлять закономерности и прогнозировать результаты в различных областях, включая физику, биологию и науку об окружающей среде. Кроме того, нейронные сети играют ключевую роль в анализе данных, облегчая исследование и интерпретацию сложных наборов данных, помогая выявлять тенденции, корреляции и аномалии. Более того, при проверке гипотез нейронные сети используются для оценки правдоподобия и предсказательной силы научных гипотез, предлагая основанный на данных подход для подтверждения или опровержения теоретических гипотез. Адаптивность и вычислительные возможности нейронных сетей расширили их применение на широкий спектр научных дисциплин, способствуя развитию знаний и совершенствованию

эмпирических методологий в сфере научных исследований.

Использование нейронных сетей создает различные проблемы и ограничения в понимании научной рациональности. Эти проблемы включают интерпретируемость, прозрачность и управление алгоритмическими предубеждениями. Нейронным сетям из-за их сложной и нелинейной природы часто не хватает прозрачности в процессе принятия решений, что затрудняет выяснение основного обоснования их прогнозов или классификаций. Непрозрачность операций нейронных сетей препятствует способности понимать и интерпретировать факторы, влияющие на их результаты, что затрудняет согласование их результатов с научной рациональностью. Кроме того, наличие алгоритмических искажений в нейронных сетях может поставить под угрозу объективность и справедливость их выводов, потенциально внося непреднамеренные искажения в научные рассуждения и принятие решений. Более того, необходимость обеспечения воспроизводимости и согласованности результатов моделей нейронных сетей представляет собой серьезную проблему в научном контексте. Устранение этих ограничений имеет решающее значение для обеспечения соответствия нейронных сетей фундаментальным принципам научной рациональности, включая прозрачность, объективность и воспроизводимость, тем самым укрепляя доверие к целостности и надежности научных идей, основанных на нейронных сетях [7].

Тематические исследования и примеры, демонстрирующие влияние нейронных сетей на научную рациональность.

Конечно, вот примеры и тематические исследования, демонстрирующие влияние нейронных сетей на научную рациональность:

1. Медицинский диагноз и планирование лечения:

Нейронные сети использовались для анализа данных медицинской визуализации с целью обнаружения и классификации таких заболеваний, как

рак, сердечно-сосудистые заболевания и неврологические расстройства. Использование нейронных сетей в медицинской диагностике создало проблемы при интерпретации процесса принятия решений в моделях, а также в обеспечении прозрачности и воспроизводимости результатов, которые имеют решающее значение для поддержания научной рациональности при принятии медицинских решений.

2. Моделирование климата и экологические прогнозы:

Нейронные сети применяются для моделирования климата и прогнозирования состояния окружающей среды, помогают прогнозировать погодные условия, анализировать климатические данные и прогнозировать стихийные бедствия. Однако интерпретируемость факторов, влияющих на прогнозы моделей нейронных сетей в науке об окружающей среде, создает проблемы в согласовании их результатов с установленной научной рациональностью, особенно с точки зрения понимания причинно-следственных связей и механизмов, лежащих в основе прогнозов.

3. Открытие лекарств и фармацевтические исследования:

Нейронные сети используются при открытии лекарств и фармацевтических исследованиях для таких задач, как виртуальный скрининг, молекулярный дизайн и прогнозирование реакции на лекарства. Использование нейронных сетей усложняет интерпретацию молекулярных взаимодействий и прогнозов, генерируемых моделями, вызывая беспокойство по поводу возможности перевода знаний, полученных с помощью нейронных сетей, в практические научные знания и принятие решений.

4. Финансовое прогнозирование и экономическое моделирование:

Нейронные сети применяются в финансовом прогнозировании, анализе фондового рынка и экономическом моделировании. Однако использование нейронных сетей в этих областях создает проблемы с обеспечением прозрачности и подотчетности механизмов принятия решений, а также с

устранением потенциальных предубеждений, которые могут повлиять на объективность и надежность прогнозов на основе нейронных сетей, тем самым влияя на научную рациональность. в принятии финансово-экономических решений[5-6].

Эти тематические исследования и примеры подчеркивают влияние нейронных сетей на научную рациональность, подчеркивая необходимость решения проблем, связанных с интерпретируемостью, прозрачностью и алгоритмическими предубеждениями при интеграции нейронных сетей в научные исследования и процессы принятия решений. Решение этих проблем жизненно важно для обеспечения целостности и надежности научных выводов, основанных на нейронных сетях.

На рисунке 1 представлена схема обучения нейронной сети на основе опыта.

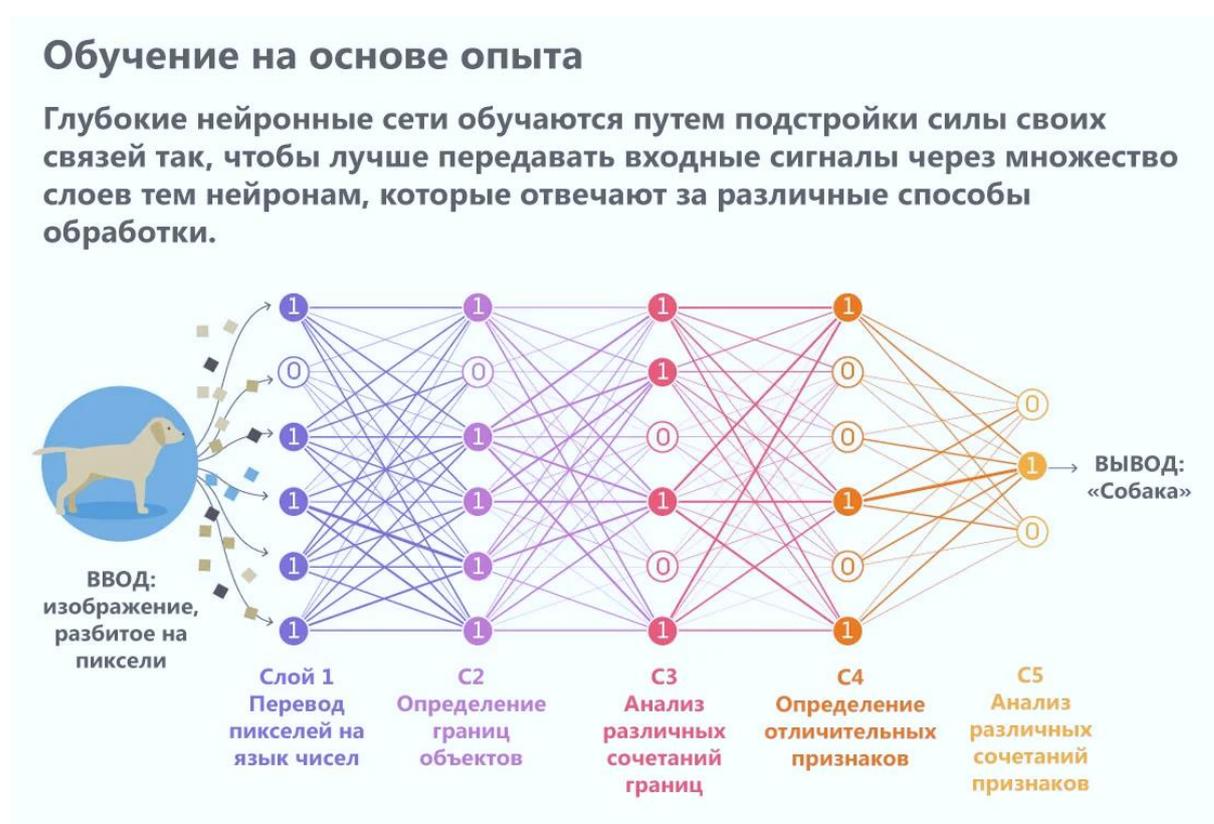


Рисунок 1 – Схема обучения нейронной сети

Прозрачность и подотчетность. Прозрачность и подотчетность имеют первостепенное значение в научных исследованиях, основанных на

нейронных сетях. Использование нейронных сетей в научных исследованиях и принятии решений требует четких и доступных объяснений процессов и факторов, влияющих на их результаты. Обеспечение прозрачности работы моделей нейронных сетей имеет решающее значение для понимания обоснования их прогнозов, классификаций и рекомендаций, тем самым укрепляя доверие к надежности и обоснованности их идей в научном контексте. Кроме того, подотчетность в научных исследованиях, основанных на нейронных сетях, влечет за собой установление этических и эпистемических стандартов для руководства ответственной разработкой, внедрением и интерпретацией моделей нейронных сетей, тем самым способствуя соблюдению строгих научных методологий и этических принципов. Отдавая приоритет прозрачности и подотчетности, научное сообщество может поддерживать целостность и достоверность научных выводов, основанных на нейронных сетях, способствуя принятию обоснованных решений и развитию знаний, сохраняя при этом научную рациональность в эпоху интеграции нейронных сетей [1].

Прозрачность имеет решающее значение для научных исследований, поскольку она позволяет исследователям понимать и интерпретировать основные механизмы, лежащие в основе прогнозов нейронных сетей. Чтобы повысить прозрачность, крайне важно принять методологии, которые объясняют взаимосвязь между входными функциями и выходными данными сети. Такие методы, как анализ чувствительности, карты значимости и визуализация моделей, могут облегчить выявление ключевых особенностей, влияющих на прогнозы, что позволяет исследователям получить представление о процессе принятия решений.

Возможность аудита гарантирует, что модели нейронных сетей надежны и свободны от предвзятости, что позволяет исследователям проверять свои выводы и уменьшать потенциальные научные неточности. Чтобы обеспечить возможность аудита, необходимо вести строгую

документацию сетевой архитектуры, наборов обучающих данных и гиперпараметров. Регулярные проверки кода, контроль версий и соблюдение практик открытого исходного кода могут еще больше облегчить аудит моделей нейронных сетей.

Развертывание нейронных сетей в научном контексте должно руководствоваться этическими соображениями и ответственной практикой. Исследователи должны придерживаться установленных руководящих принципов и правил, обеспечивающих защиту частной жизни, конфиденциальности и безопасности данных. Перед их развертыванием следует провести строгую проверку и независимую экспертную оценку моделей нейронных сетей, чтобы свести к минимуму потенциальные ошибки или предвзятости [2].

Создание совместных инициатив внутри научного сообщества имеет важное значение для решения проблемы научной рациональности при использовании нейронных сетей. Платформы, которые позволяют исследователям делиться своими моделями, методологиями и наборами данных, могут способствовать коллективному пониманию и предоставлять возможности для критической оценки. Совместные усилия также могут способствовать разработке стандартизированных показателей оценки и базовых наборов данных, способствуя воспроизводимости и сопоставимости исследований.

В. Нормативные и управленческие аспекты содействия ответственному использованию нейронных сетей в целях научной рациональности

Для регулирования использования нейронных сетей в научных исследованиях необходима надежная нормативно-правовая база. Регулирующие органы должны сотрудничать с научными сообществами для разработки руководств и стандартов, обеспечивающих этичное и ответственное развертывание нейронных сетей. Эти правила должны решать такие вопросы, как конфиденциальность данных, информированное согласие,

права интеллектуальной собственности и потенциальные предвзятости при сборе наборов данных и обучении моделей.

Учитывая глобальный характер научных исследований, международное сотрудничество является обязательным для создания последовательной нормативной базы и стандартов. Сотрудничество между регулирующими органами, научными сообществами и заинтересованными сторонами отрасли может помочь выявить лучшие практики, гармонизировать правила и обеспечить ответственное использование нейронных сетей через границы. Усилия по стандартизации должны быть сосредоточены на показателях оценки, эталонных наборах данных и протоколах проверки моделей для повышения воспроизводимости и сопоставимости в научных исследованиях.

Содействие ответственному использованию нейронных сетей в целях научной рациональности требует комплексной нормативно-правовой базы. Прозрачность, подотчетность и этические соображения должны стать ключевыми элементами этих рамок. Сотрудничество между заинтересованными сторонами и международные усилия по стандартизации имеют решающее значение для разработки эффективных правил, которые решают проблемы, связанные с развертыванием нейронных сетей в научных исследованиях. Отдавая приоритет ответственному использованию, мы можем обеспечить целостность и надежность научных результатов, полученных в результате анализа нейронных сетей.

Продвижение научной рациональности в эпоху нейронных сетей.

В таблице 1 приводится сравнительный анализ стратегий интеграции нейронных сетей в научную рациональность

Таблица 1 – Стратегии интеграции нейронных сетей в научную рациональность

Стратегия	Основные понятия
Предварительная обработка данных	Одним из важнейших аспектов интеграции нейронных сетей в научные исследования является соответствующая предварительная обработка данных. Обеспечение высококачественных и тщательно подобранных наборов данных помогает предотвратить предвзятости и неточности, которые могут поставить под угрозу научную целостность исследования. Такие методы, как обнаружение выбросов, увеличение данных и разработка функций, могут повысить надежность и обобщаемость моделей нейронных сетей.
Интерпретируемость модели	Для поддержания прозрачности и поддержки эпистемических достоинств необходимы стратегии повышения интерпретируемости модели. Нейронные сети часто рассматривают как модели «черного ящика», что затрудняет понимание лежащих в их основе процессов принятия решений. Такие методы, как анализ важности функций, анализ чувствительности и методы визуализации, могут дать представление о том, как нейронная сеть приходит к своим прогнозам, что позволяет исследователям проверять и интерпретировать результаты в научном контексте.
Методы проверки	Процедуры проверки играют решающую роль в обеспечении надежности моделей нейронных сетей. Использование надежных методов проверки, таких как перекрестная проверка, начальная загрузка и моделирование Монте-Карло, помогает оценить обобщаемость и прогнозирующую эффективность моделей. Это также помогает оценить неопределенности, связанные с предсказаниями модели, повышая научную строгость исследования.
Сотрудничество между экспертами в предметной области и практиками машинного обучения	Эффективная интеграция нейронных сетей в научные исследования требует сотрудничества между экспертами в предметной области и практиками машинного обучения. Эксперты в предметной области обладают глубокими знаниями научного контекста, а специалисты по машинному обучению предлагают опыт разработки и применения моделей нейронных сетей. Совместные усилия могут помочь согласовать цели исследования с научными стандартами, гарантируя, что модели нейронных сетей будут надлежащим образом использоваться в рамках научной рациональности.

Будущие направления и рекомендации по развитию критического мышления и научной рациональности в условиях распространения технологий нейронных сетей. Включение программ образования и обучения, ориентированных на критическое мышление и научную

рациональность, в контексте нейронных сетей имеет решающее значение. Эти программы должны вооружить исследователей, практиков и студентов необходимыми навыками для оценки, интерпретации и ответственного использования технологий нейронных сетей. Акцент на принципах прозрачности, воспроизводимости и беспристрастного анализа повысит способности критического мышления и будет способствовать научной рациональности.

Разработка и внедрение этических принципов, касающихся использования технологий нейронных сетей, может обеспечить ответственную и подотчетную практику. Рекомендации должны касаться таких вопросов, как конфиденциальность данных, алгоритмические предвзятости и потенциальные социальные последствия. Им также следует подчеркнуть важность прозрачности методов отчетности, результатов и ограничений для обеспечения научной строгости, и критической оценки [4].

Продвижение исследовательских инициатив открытого доступа в области нейронных сетей может способствовать критической оценке и тиражированию исследований. Платформы открытого доступа предоставляют возможности для экспертной оценки, изучения и сотрудничества, побуждая исследователей применять принципы критического мышления и придерживаться научной рациональности. Доступные наборы данных, репозитории кода и платформы для сравнительного анализа также могут способствовать прозрачности и воспроизводимости исследований нейронных сетей.

Рекомендации:

для развития критического мышления и научной рациональности в условиях распространения технологий нейронных сетей рекомендуется:

1. Поощряйте междисциплинарное сотрудничество между исследователями из разных областей.

2. Включите образовательные и учебные программы по критическому

мышлению и научной рациональности применительно к нейронным сетям.

3. Разработать и внедрить этические рекомендации, касающиеся использования технологий нейронных сетей.

4. Поддерживайте исследовательские инициативы с открытым доступом, включая доступные наборы данных, репозитории кода и платформы для сравнительного анализа.

Интеграция технологий нейронных сетей в научную практику требует активного подхода, поддерживающего критическое мышление и научную рациональность. Будущие направления и рекомендации, такие как междисциплинарное сотрудничество, образовательные и учебные программы, этические рекомендации и исследовательские инициативы с открытым доступом, могут способствовать сбалансированной и ответственной интеграции технологий нейронных сетей. Содействуя критической оценке, прозрачности и воспроизводимости, мы можем использовать потенциал нейронных сетей, сохраняя при этом целостность научных исследований. Продолжение исследований и реализация этих рекомендаций будут способствовать развитию культуры критического мышления и научной рациональности в эпоху технологий нейронных сетей [10].

Заключение. В ходе исследования было обнаружено, что использование нейронных сетей в научной работе может быть, как полезным, так и вызывать определенные проблемы. Основными преимуществами являются высокая скорость обработки данных, способность к автоматизации процессов анализа и возможность работы с большими объемами информации. Однако существует ряд проблем, таких как сложность интерпретации результатов, необходимость длительного обучения сети и возможность искажения данных из-за недостаточной четкости формулирования входных параметров.

Выводы исследования позволяют сделать вывод о том, что

использование нейронных сетей в научной деятельности требует особого подхода и внимания к выбору методологии и алгоритмов работы с данными. Необходимо более глубокое исследование вопроса и разработка стандартов использования нейронных сетей в научной рациональности, чтобы избежать возможных ошибок и искажений в интерпретации результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гильденбранд Д. И. Моделирование и исследование нейронных сетей: Учебное пособие. - М.: Горячая линия - Телеком, 2018, 411 с.
2. Гураев Н.В. Биология и нервные сети: Учебное пособие. - М.: Изд-во МГУ, 2007, 141 с.
3. Дешевов Л.П., Шухер Г.И. Глубокое обучение на практике: Методы, архитектуры, приемы программирования. - СПб.: Питер, 2018, 516 с.
4. Куарт Д., МакКормик Р., Нессер У. Нейронные сети: алгоритмы и прикладные аспекты. - М.: Техносфера, 2016, 712 с.
5. Лаптева А.А., Осипов Г.С. Нейронные сети: теория и приложения. - М.: СБЭН, 2017, 541 с.
6. Линдахль Д., Саммерфилд М., МакКормик Р. Глубокое обучение: Пер. с англ. - М.: Техносфера, 2018, 155 с.
7. Петров Е.Г., Смирнов В.М. Искусственные нейронные сети: учебное пособие. - М.: Финансы и статистика, 2019, 579 с.
8. Петунина Ю.Л. Применение нейронных сетей в экономических исследованиях. - М.: ЮНИТИ, 2015, 493 с.
9. Фралихова М.В. Нейронные сети: учебное пособие для бакалавров. - М.: Дашков и К, 2019, 387 с.
10. Тапхам К., Бет М. Нейронные сети: паттерн-распознавание, введение в разработку приложений, алгоритмы обучения и решение задач с помощью Python. - М.: ДМК Пресс, 2017, 519 с.

REFERENCES

1. Hildenbrand D. I. Modelirovanie i issledovanie nejronnyh setej: Uchebnoe posobie [Modeling and research of neural networks: A textbook], 2018, 411 p.
2. Guraev N.V. Biologija i nervnye seti: Uchebnoe posobie [Biology and neural networks: A textbook], 2007, 141 p.
3. Deshevov L.P., Shuher G.I. Glubokoe obuchenie na praktike: Metody, arhitektury, priemy programmirovanija [Deep learning in practice: Methods, architectures, programming techniques], 2018, 516 p.
4. Quart D., McCormick R., Nesser U. Nejrornyie seti: algoritmy i prikladnye aspekty [Neural networks: algorithms and applied aspects], 2016, 712 p.
5. Lapteva A.A., Osipov G.S. Nejrornyie seti: teorija i prilozhenija [Neural networks: theory and applications], 2017, 541 p.
6. Lindahl D., Summerfield M., McCormick R. Glubokoe obuchenie: Per. s angl [Deep learning: Translated from English], 2018, 155 p.

7. Petrov E.G., Smirnov V.M. Iskusstvennye nejronnye seti: uchebnoe posobie [Artificial neural networks: a textbook], 2019, 579 p

. 8. Petunina Yu.L. Primenenie nejronnyh setej v jekonomicheskikh issledovanijah [The use of neural networks in economic research], 2015, 493 p.

9. Fralikhova M.V. Nejronnye seti: uchebnoe posobie dlja bakalavrov [Neural networks: a textbook for bachelors], 2019, 387 p.

10. Tapham K., Beth M. Nejronnye seti: pattern-raspoznavanie, vvedenie v razrabotku prilozhenij, algoritmy obucheniya i reshenie zadach s pomoshh'ju Python [Neural networks: pattern recognition, introduction to application development, learning algorithms and problem solving using Python], 2017, 519 p.