

EDN: HWVHGD
УДК 004.89

**MULTI-AGENT SYSTEMS BASED ON NEURAL NETWORKS:
TECHNOLOGICAL BASIS FOR THE ECONOMY OF THE FUTURE**

Ivan D. Kolokolchikov^{*}, Roman I. Kuzmich

Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation

Received 06.06.2025, approved after reviewing 27.06.2025, accepted 19.09.2025

Abstract. The article investigates the role of neural networks and multi-agent systems as key technological components of an emerging economy in the context of transition to an integrated cyber-information society. The authors define neural networks as specific electronic-software organizational modules, having a holistic techno-electronic essence, and describe the three-stage process of their formation: creation of an electronic architecture, primary education and integration into the structure of social relations. The problems at each stage of development of neural networks and their functional role in modern society are considered. Special attention is given to the formation of multi-agent systems based on neural networks, which are self-developing IT-intelligent clusters. The application of software robots is analyzed in key areas of economy: financial technology, health care, logistics, industry and electronic commerce. In the example of health care, the features and prospects of the use of software robots are examined in detail. The authors predict the expansion of the application of multi-agent systems in education, law, agriculture, urban management and everyday life, highlighting their potential for automating processes, increasing efficiency and personalizing solutions.

Keywords: neural networks, multi-agent systems, artificial intelligence, software robots, the cyber-information society, digital economy, machine learning.

Citation: Kolokolchikov, I. D., Kuzmich, R. I. (2025). Multi-agent systems based on neural networks: technological basis for the economy of the future. In: Trade, service, food industry. Vol. 5(3). Pp. 309–322. EDN: HWVHGD



**МНОГОАГЕНТНЫЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕЙ:
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ЭКОНОМИКИ БУДУЩЕГО**

Иван Дмитриевич Колокольчиков^{*}, Роман Иванович Кузьмич

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Российская Федерация

Аннотация. В статье исследуется роль нейросетей и многоагентных систем как ключевых технологических компонентов формирующейся экономики в условиях перехода к интегральному киберинформационному обществу. Авторы определяют нейросети как специфические электронно-программные организационные модули, обладающие целостной техноэлектронной сущностью, и описывают трехэтапный процесс их формирования: создание электронной архитектуры, первичное обучение и интеграцию в структуру общественных отношений. Рассматриваются проблемы на каждом этапе развития нейросетей и их функциональная роль в современном обществе. Особое внимание уделено формированию многоагентных систем на основе нейросетей, представляющих собой саморазвивающиеся IT-интеллектуальные кластеры. Анализируется применение программных роботов в ключевых сферах экономики:

финансовых технологиях, здравоохранении, логистике, промышленности и электронной коммерции. На примере здравоохранения детально рассмотрены особенности и перспективы использования программных роботов. Авторы прогнозируют расширение применения многоагентных систем в образовании, юриспруденции, сельском хозяйстве, городском управлении и повседневной жизни, подчеркивая их потенциал для автоматизации процессов, повышения эффективности и персонализации решений.

Ключевые слова: нейросети, многоагентные системы, искусственный интеллект, программные роботы, киберинформационное общество, цифровая экономика, машинное обучение.

Цитирование: Колокольчиков, И. Д. Многоагентные системы на основе нейросетей: технологическая основа экономики будущего / И. Д. Колокольчиков, Р. И. Кузьмич // Торговля, сервис, индустрия питания. – 2025. – № 5(3). – С. 309–322. – EDN: HWVHGD



Введение / Introduction. В условиях перехода к интегральному киберинформационному обществу (КИФ-обществу) и радикального изменения структуры экономико-хозяйственной сферы нейросети и многоагентные системы становятся ключевыми элементами технологического прогресса. Их внедрение в различные сферы жизни, такие как здравоохранение, финансы, логистика и промышленность, открывает новые возможности для автоматизации, повышения эффективности и персонализации процессов. Актуальность исследования обусловлена необходимостью изучения роли нейросетей и многоагентных систем в формировании новой экономической реальности, а также выявления проблем и перспектив их внедрения в общественные отношения.

В последние годы развитие нейросетевых и многоагентных систем привлекло внимание исследователей благодаря их способности обрабатывать большие объемы данных и адаптироваться к динамическим условиям функционирования. Классические работы по глубокому обучению демонстрируют, что современные архитектуры нейросетей способны эффективно извлекать признаки из сложных многомерных данных и обеспечивать высокую точность решения задач распознавания и прогнозирования. В то же время исследования, посвященные организационным и электронно-программным аспектам нейросетей, подчеркивают важность сбалансированного выбора архитектуры и методов обучения, что влияет на устойчивость и скорость их работы. Особое внимание уделено формированию мультиагентных систем на основе нейросетей как саморазвивающихся кластеров интеллектуальных агентов. Такие системы демонстрируют высокую эффективность при решении распределенных задач в финансах, логистике и промышленности, обеспечивая кооперацию агентов и синергетический эффект от совместного обучения. Одновременно отмечено, что внедрение программных роботов в хозяйственные процессы требует учета этических и правовых аспектов, а также обеспечения кибербезопасности при работе с персональными и критически важными данными.

Материалы и методы / Materials and Methods. В рамках данного исследования применялись комплексные междисциплинарные подходы, направленные на всестороннее изучение сущности нейросетей и многоагентных систем, их архитектурных особенностей, этапов формирования, а также сферы их применения в экономике будущего. Основным методом выступал аналитический обзор современной научной литературы и интернет-ресурсов в области нейроинформатики,

искусственного интеллекта и многоагентных систем, что позволило обобщить существующие подходы к проектированию архитектуры и обучению нейросетей.

Для сопоставления различных моделей нейросетей применяли метод сравнительного анализа, в рамках которого рассматривали особенности конфигураций сетей, таких как количество слоев, типы активационных функций и параметры обучения. Это дало возможность выявить преимущества и ограничения различных архитектурных решений на примере уже реализованных проектов и публикаций.

Практический аспект применения многоагентных систем исследовался с помощью метода case study (анализ конкретных ситуаций), в частности – через рассмотрение внедрения программных роботов в таких сферах, как финансовые технологии, здравоохранение, логистика, промышленность и электронная коммерция. Это позволило проследить закономерности успешной интеграции интеллектуальных систем в реальные процессы и оценить эффективность их применения.

Кроме того, использовали элемент статистического анализа, выражавшийся в систематизации проблем, связанных с обучением нейросетей и их встраиванием в общественные отношения. Данные о проблемах были обобщены и представлены в виде таблиц, составленных на основании литературных источников и эмпирических наблюдений.

Для оценки перспектив дальнейшего развития нейросетей и мультиагентных систем применяли метод прогностического моделирования, базирующийся на экспертных оценках и анализе текущих трендов в области искусственного интеллекта. В качестве источников выступали отраслевые аналитические доклады, интервью с практиками и результаты международных исследований.

Нейросети – это локальные программные модули, отличные от традиционных алгоритмических программ и основывающиеся на принципах действия биологических нейронных сетей [1].

Нейросети априори не имеют точного алгоритма получения программного результата и не относятся к классическим программным продуктам, поскольку программный продукт производит программист посредством создания программного кода для электронной системы-носителя, на которой будет этот код выполняться [2]. Электронная система-носитель после размещения в ней программы работает строго по заданным алгоритмам [3].

Организационная основа нейросети смешанная – одновременно электронная (электронно-техническая), программная и человеческая.

Электронная основа – многослойная электронная архитектура, определяющая принципы и возможности самопрограммирования или обучения нейросети. Электронная архитектура служит материальным носителем для нейросети и определяет возможности и специфику ее обучения [4].

Программная основа нейросети формируется программным узнаванием (распознаванием) объекта [5] Суть самого узнавания состоит в итерационном приближении настроек сети в процессе обучения к такой внутренне «идеальной» конфигурации, которая позволит максимально точно сформировать:

- образ объекта по заранее заданным признакам;
- алгоритм узнавания объекта по образу;
- алгоритм идентификации реального объекта на основе алгоритма узнавания объекта [5–6].

Человеческая основа нейросети состоит в том, что признаки, на которые ориентируется программное узнавание, задает человек. Именно опираясь на эти признаки нейросеть распознает, что является искомым объектом, и уже на этой основе формирует свои выходные результаты (выходы). В итоге нейросеть оперирует

образами общественного и человеческого бытия, хотя не имеет к ним прямого отношения [7].

Средствами электронной архитектуры и программного приближения к формированию образа, узнавания объекта по образу и идентификации реального объекта формируются механизмы накопления и корректировки информации нейросети [8].

Из сказанного следует, что нейросеть, строго говоря, нельзя называть программой. Это электронно-программные организационные модули – специфические целостные техноэлектронные организационные сущности.

Как целостные техноэлектронные организационные сущности нейросети демонстрируют единство электронной компонентной базы, накопленной информации и полученного на ее основе знаний, а также внутренних процессов самопрограммирования.

Специфика нейросетей по сравнению с алгоритмическим программированием заключается в их непредсказуемости, поскольку достаточно сложно предугадывать результат их работы в решении той или иной задачи. Однако итерационно можно повышать точность их работы, если использовать подходящую архитектуру обучения [9].

Процесс формирования нейросети включает следующие основные этапы:

- формирование электронной архитектуры нейросети;
- первичное обучение нейросети (первичное самопрограммирование);
- включение (встраивание) нейросети в структурно-архитектурный базис общественных отношений.

Второй этап происходит итерационно. Обучение состоит в пошаговом приближении полученного результата обработки информации к эталонному. Концептуально процесс похож на настройку фокусировки фотоаппарата [10].

Полученные результаты / Results. Сегодня существует ряд вопросов и проблем, связанных с созданием нейросетей, их обучением, а также с тем, как и для чего они должны использоваться. Для наглядности восприятия все проблемы были разделены и занесены в три таблицы (табл. 1–3) [11].

Таблица 1. Проблемы формирования электронной архитектуры нейросети
Table 1. Problems of neural network electronic architecture formation

Проблема	Суть проблемы
Выбор оптимальной архитектуры	Определение количества слоев, нейронов, типов активационных функций и их взаимосвязей требует тщательной настройки, а поэтому неправильный выбор может привести к переобучению или недообучению
Необходимость высоких вычислительных ресурсов	Сложные архитектуры требуют значительных вычислительных мощностей и времени для обучения, особенно при работе с большими наборами данных
Необходимость соблюдения баланса между сложностью и производительностью архитектуры сети	Сложная архитектура может обеспечить высокую точность, но будет менее эффективной по скорости работы и энергопотреблению
Отсутствие универсального оптимального подхода к формированию архитектуры сети	Нет такого универсального подхода, который одинаково хорошо подходит для всех задач

Таблица 2. Проблемы первичного обучения нейросети
Table 2. Problems of initial training of a neural network

Проблема	Суть проблемы
Недостаток данных для обучения	На начальном этапе может быть недостаточно качественных данных, что приводит к низкой точности модели
Проблемы локальных минимумов	Алгоритмы обучения могут застревать в локальных минимумах функции потерь, что мешает достичь глобально оптимального решения
Неустойчивость обучения	На ранних этапах веса сети изменяются значительно, что может привести к нестабильности процесса обучения и ухудшению точности
Выбор гиперпараметров	Неправильная настройка начальных гиперпараметров (например, скорости обучения или параметров регуляризации) может затруднить достижение оптимального результата
Переобучение на ранних этапах	При недостаточной сложности модели или неправильной архитектуре сеть может начать переобучаться на ограниченном наборе данных, не обобщая информацию

Таблица 3. Проблемы включения (встраивания) нейросетей
в структурно-архитектурный базис общественных отношений
Table 3. Problems of incorporating (embedding) neural networks
into the structural-architectural basis of social relations

Проблема	Суть проблемы
Ошибочная классификация	Нейросеть может неверно определить срочность проблемы, что приводит к неправильному распределению задач и задержкам в решении критических вопросов. Это снижает эффективность работы системы
Недостаточная гибкость	Нейросеть может испытывать трудности при обработке нестандартных заявок, которые не соответствуют шаблонным сценариям. Это ограничивает ее применимость в сложных или уникальных ситуациях
Недостаточная точность	В системах предиктивного обслуживания нейросеть может выдавать ложные срабатывания или пропускать критические события. Это снижает доверие к системе и увеличивает риски
Взаимодействие с другими системами	Проблемы совместимости нейросетей с другими элементами интегрированных систем могут затруднять их внедрение и эксплуатацию. Это требует дополнительных ресурсов для настройки и интеграции
Высокая стоимость	Внедрение и обслуживание нейросетевых систем требуют значительных финансовых и технических ресурсов. Это может быть препятствием для их широкого использования, особенно в небольших организациях
Этические вопросы	Нейросеть может неверно интерпретировать запросы или давать неэтичные ответы, что может нанести ущерб репутации компании. Это требует тщательной настройки и контроля за ее поведением
Конфиденциальность	Обработка персональных данных клиентов нейросетями требует соблюдения строгих норм безопасности и конфиденциальности. Нарушение этих норм может привести к юридическим и репутационным рискам

Включение (встраивание) нейросетей в структурно-архитектурный базис общественных отношений происходит по принципу функциональной полезности. Понимание функциональной роли нейросетей искусственного интеллекта (далее – ИИ) в обществе определяет концептуальные подходы к их развитию и оценке эффективности [12]. Нейросети в структурно-архитектурном базисе общественных отношений могут носить различные функции. В том числе:

- выполнять разные функциональные задачи внутри организации, помогая или замещая человека. Например, нейросеть анализирует поступающие заявки на техподдержку, автоматически классифицирует их по уровню срочности и отправляет соответствующим специалистам;
- быть элементом интегрированных технических систем. Например, нейросеть используется в системе предиктивного обслуживания промышленного оборудования, прогнозируя поломки на основе данных с датчиков;
- играть роль агента в обществе в интересах организаций и предприятий общества. Например, нейросеть выступает в качестве виртуального помощника компании, общаясь с клиентами в социальных сетях, отвечая на вопросы и предлагая услуги [13].

Эти примеры иллюстрируют, как нейросети уже сегодня интегрируются в различные сферы жизни, решая функциональные задачи и повышая эффективность процессов. Однако для дальнейшего развития и успешного внедрения ИИ в общественные отношения необходимо учитывать наиболее интенсивно развивающиеся направления искусственного интеллекта. Эти направления не только расширяют возможности нейросетей, но и открывают новые перспективы для решения актуальных задач современного общества [14].

Выделим наиболее интенсивно развивающиеся направления ИИ, актуальные для решения функциональных задач современного общества:

- языковые модели (LLM);
- обработка естественного языка (NLP, Natural Language Processing);
- компьютерное зрение (Computer Vision);
- машинное обучение и глубокое обучение (Machine Learning & Deep Learning);
- генеративные модели (Generative AI);
- робототехника;
- кибербезопасность и защита данных [15].

Более подробно все вышеперечисленные направления рассмотрены в табл. 4 [16].

В настоящее время в условиях перехода к Интегральному киберинформационному обществу (сокр. – Интегральное КИФ-общество) и радикальному изменению структуры и архитектуры организации экономико-хозяйственной сферы практически все виды деятельности перестраиваются на использование нейросетей [17–18]. В частности, одним из важнейших направлений является формирование мультиагентных (многоагентных) систем при помощи нейросетей.

Многоагентная система – это множество интеллектуальных агентов, распределенных по сети, перемещающихся по ней в поисках релевантных данных, знаний и процедур и кооперирующихся в процессе выработки решений для выполнения поручений выданных владельцем/пользователем агента [19]. В ходе таких перемещений формируются кооперативы агентов, которые могут вести себя как единое целое, то есть как «программные роботы» [19].

Таблица 4. Характеристика наиболее активно развивающихся видов направлений ИИ
Table 4. Characteristics of the most actively developing types of AI directions

Направления	Характеристика функций нейросетей
Языковые модели (LLM)	– генерация текста: создание связного текста на основе контекста (статьи, диалоги, сценарии); – анализ текста: извлечение ключевой информации, резюмирование и определение тональности; – обработка запросов: ответы на вопросы и решение задач с минимальной или без предварительной настройки; – перевод и преобразование языка: автоматический перевод текстов и конвертация речи в текст; – классификация и фильтрация: разделение текста по категориям и фильтрация нежелательного контента
Обработка естественного языка (NLP, Natural Language Processing)	– анализ текста: извлечение смысловой информации из текстов, классификация, определение тональности; – автоматический перевод: преобразование текста с одного языка на другой; – генерация текста: создание связных текстов по заданным темам; – распознавание речи: конвертация устной речи в текст
Компьютерное зрение (Computer Vision)	– распознавание объектов: идентификация объектов на изображениях или видео; – обработка изображений: улучшение качества, сегментация, восстановление поврежденных изображений; – распознавание лиц: верификация личности по лицу; – автоматизация визуального контроля: обнаружение дефектов на производственных линиях
Машинное обучение и глубокое обучение (Machine Learning & Deep Learning)	– предсказание: прогнозирование будущих событий на основе данных; – классификация: присвоение входным данным соответствующих категорий; – кластеризация: объединение схожих данных в группы; – оптимизация: нахождение наилучших решений для сложных задач
Генеративные модели (Generative AI)	– создание контента: генерация изображений, видео, музыки или текста; – разработка дизайнов: автоматическая генерация прототипов и новых концепций; – синтез новых материалов: создание новых соединений и структур в науке
Робототехника	– навигация: построение маршрутов и ориентация в пространстве; – манипуляция: управление движением роботов для выполнения задач; – автоматизация процессов: выполнение повторяющихся операций на производстве; – интеракция: взаимодействие с людьми или другими устройствами
Кибербезопасность и защита данных	– обнаружение аномалий: выявление подозрительной активности в сетевом трафике; – аутентификация: использование биометрических данных для идентификации пользователей; – защита от атак: прогнозирование и предотвращение кибератак; – шифрование данных: обеспечение безопасного хранения и передачи информации

Делаем вывод, что если в качестве узлов мультиагентной сети выступают нейросети, то это формирует саморазвивающийся, самовоспроизводящийся ИТ-интеллектуальный кластер.

Современная экономика активно переходит на новые факторы экономического роста, что связано с переходом к Интегральному КИФ-обществу [18–20]. Многоагентные системы, формирующиеся на основе нейросетей, выступают принципиально новым ресурсом в новых исторических условиях, поскольку они поддерживают важнейшие сферы и направления модернизации экономико-хозяйственного механизма, социальной сферы, государственных и общественных институтов. Одним из передовых направлений развития многоагентных систем, базирующихся на нейросетях в экономико-хозяйственной сфере, является разработка программных роботов [21].

Ускоренная разработка программных роботов, основанных на кооперации простых агентов и нейросетей, сегодня происходит в интересах ряда базовых сфер, включая финансовые технологии, здравоохранение, логистику, промышленное производство и электронную коммерцию. Эти области занимают лидирующие позиции благодаря сочетанию высокой потребности в автоматизации и доступности данных для обучения нейросетей [21–22].

Финансовые технологии (финтех) активно используют программных роботов для задач анализа большого объема данных, управления рисками, автоматической торговли и предоставления персонализированных услуг клиентам. Популярность финтеха объясняется огромным объемом структурированных данных, а также высокой конкуренцией, требующей быстрого внедрения инноваций. Нейросети, обученные на финансовых данных, способны анализировать рыночные тренды, минимизировать человеческие ошибки и оптимизировать управление активами [23].

Для более детального анализа использования программных роботов в качестве примера возьмем сферу здравоохранения.

Программные роботы в здравоохранении представляют собой важный инструмент, который активно развивается благодаря уникальным особенностям этой сферы.

Во-первых, здравоохранение характеризуется огромным объемом и сложностью данных. Медицинская информация включает текстовые записи, изображения, биомедицинские показатели и генетические данные. Для их обработки требуется сочетание нейросетей и экспертных систем, что стимулирует создание комплексных решений [24].

Во-вторых, в этой области критически важна скорость принятия решений. В экстренных ситуациях программные роботы способны оперативно предоставлять врачам необходимую информацию для диагностики и выбора терапии, что помогает минимизировать ошибки и улучшить результаты лечения [24].

Еще одним важным аспектом является персонализация медицины. Современный тренд на индивидуализированный подход в лечении поддерживает развитие программных роботов. Нейросети и интеллектуальные агенты позволяют анализировать уникальные характеристики пациентов, такие как генетические данные, история болезни и текущее состояние, чтобы подбирать оптимальные схемы лечения [24].

Наконец, нельзя недооценивать социальную значимость здравоохранения. Эта сфера напрямую влияет на качество и продолжительность жизни людей, что делает ее приоритетной для инвестиций и инноваций.

Таким образом, развитие программных роботов в здравоохранении обусловлено необходимостью эффективной обработки сложных данных, высокой значимостью

оперативных решений и глобальной социальной важностью этой области. В будущем тенденции внедрения таких решений будут определяться ростом объемов медицинских данных, совершенствованием алгоритмов нейросетей и активным развитием технологий телемедицины.

Логистика и промышленное производство активно внедряют программных роботов для оптимизации цепочек поставок, управления складскими запасами, маршрутизации и автоматизации производственных процессов. Эти отрасли отличаются высокой степенью стандартизации операций, что делает их идеальной средой для внедрения автоматизированных решений на основе агентов и нейросетей. Конкуренция и стремление к снижению издержек стимулируют развитие программных роботов [25].

Электронная коммерция выделяется использованием программных роботов для персонализации рекомендаций, управления маркетинговыми кампаниями, анализа поведения пользователей и автоматизации работы контакт-центров. Популярность этой сферы связана с растущим объемом данных о пользователях и высокой скоростью изменения потребностей клиентов, что требует адаптивных и интеллектуальных решений [26].

Возможно, в будущем станет необходимым появление программных роботов и в таких областях, как образование, юриспруденция, сельское хозяйство, управление городским хозяйством и инфраструктурой в целом. Кроме того, личные помощники станут реальностью повседневной жизни.

В сфере образования программные роботы могут взять на себя задачи персонализации обучения, диагностики образовательных пробелов, разработки индивидуальных траекторий обучения и автоматизации рутины педагогов (например, проверки домашних заданий). Перспективность связана с растущей необходимостью адаптировать обучение к нуждам каждого учащегося, а также с увеличением доступности онлайн-образования [24].

Что касается юриспруденции, то программные роботы, вероятно, будут способны автоматизировать анализ законодательной базы, помочь в составлении документов, проверке контрактов на наличие ошибок и соответствие нормам. Развитие в этой области объясняется сложностью юридических процедур и необходимостью повышения эффективности работы юристов [24].

Возможности программных роботов в сельском хозяйстве включают управление системами полива, прогнозирование урожайности, мониторинг состояния растений и почвы с использованием беспилотных технологий и датчиков. Это становится актуальным в условиях роста населения и необходимости повышения эффективности сельскохозяйственного производства [24].

Изменится и городское хозяйство вместе с инфраструктурой, так как программные роботы могут быть внедрены, например, для управления транспортными потоками, энергоснабжением, уборкой улиц и мониторингом состояния инфраструктуры. Эти задачи требуют координации большого числа систем, что идеально подходит для многоагентных решений [24].

Личные помощники – то, появление чего ждут очень многие пользователи XXI века. Развитие программных роботов для повседневной жизни предполагает выполнение задач напоминания, планирования, поиска информации и управления умным домом. И это лишь малая часть всех функций личных помощников. Такая тенденция обусловлена стремлением повысить качество жизни и удобство взаимодействия с технологиями [27].

Обсуждение / Discussion. В настоящем исследовании был проведен комплексный анализ проблем и перспектив прикладного использования нейросетей и

многоагентных систем в ключевых сферах экономики – от финансовых технологий и здравоохранения до логистики и электронной коммерции. Полученные данные подтвердили, что интеграция программных роботов на основе нейросетей позволяет значительно повысить автоматизацию процессов и качество принимаемых решений, однако сопряжена с высокими требованиями к вычислительным ресурсам и соблюдению этических норм.

Интерпретируя результаты, можно выделить три ключевых преимущества нашего подхода: во-первых, мультиагентные кластеры обеспечивают масштабируемость решений за счет параллельного обучения агентов; во-вторых, применение современных методов глубокого обучения гарантирует высокую точность прогнозов в задачах анализа больших данных; в-третьих, использование программных роботов в реальных кейсах показало снижение временных издержек и рост производительности (на примере здравоохранения и логистики).

Эти выводы подчеркивают ценность исследования: комплексный охват технологических, организационных и этических аспектов обеспечивает целостное понимание возможностей и рисков при внедрении ИИ-решений. Новизна работы заключается в систематизации проблем обучения, архитектурного проектирования и интеграции нейросетей в социально-экономические структуры, что создает прочную основу для дальнейших прикладных исследований и разработки стандартов безопасного использования ИИ.

Выводы и дискуссионные вопросы / Conclusions. Данная статья подчеркивает, что нейросети и многоагентные системы становятся важнейшим ресурсом в условиях перехода к интегральному киберинформационному обществу. Они демонстрируют высокий потенциал для автоматизации процессов, повышения эффективности и персонализации решений в различных сферах, таких как здравоохранение, финансы, логистика и промышленность. Однако их внедрение сопровождается рядом проблем, включая сложность архитектуры, недостаток данных для обучения, этические вопросы и высокую стоимость внедрения.

Авторы выделяют ключевые направления развития нейросетей, такие как языковые модели, обработка естественного языка, компьютерное зрение и генеративные модели, которые открывают новые перспективы для решения актуальных задач современного общества. В будущем ожидается расширение применения нейросетей и многоагентных систем в таких областях, как образование, юриспруденция, сельское хозяйство и управление городской инфраструктурой.

Таким образом, нейросети и многоагентные системы становятся не только технологической основой экономики будущего, но и важным инструментом для повышения качества жизни и устойчивого развития общества. Однако для успешного внедрения этих технологий необходимо учитывать как технические, так и социально-этические аспекты их использования.

Библиографический список

1. Goodfellow, I. Deep Learning [Electronic resource] / I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville // MIT Press. – 2016. – URL: <https://www.deeplearningbook.org> (Date of access: 27.04.2025).
2. Software Product – Software Engineering [Electronic resource] // Geeksforgeeks. – 2025. – URL: <https://www.geeksforgeeks.org/software-engineering-software-product/> (Date of access: 12.02.2025).
3. Нестеров, А. В. Электронные носители, устройства, электронная среда, электронные ресурсы: философско-правовой аспект [Текст] / А. В. Нестеров // Москва : РУДН, 2019. – С. 1–11.

4. Кузнецова, И. О. Принцип работы и архитектура нейронных сетей [Текст] / И. О. Кузнецова, Д. А. Малютков // Евразийская интеграция: современные тренды и перспективные направления. – 2024. – С. 50–90.
5. Ростовцев, В. С. Искусственные нейронные сети [Текст] / В. С. Ростовцев // Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 216 с.
6. Гафаров Ф. М. Искусственные нейронные сети и приложения [Текст] / Ф. М. Гафаров, А. Ф. Галимянов. – Казань : Изд-во Казан. ун-та, 2018. – 121 с.
7. Как устроена нейронная сеть и зачем ей слои [Электронный ресурс] // Arcsinus. – 2024. – URL: <https://www.arcsinus.ru/blog/neuronet-architecture> (дата обращения: 29.03.2025).
8. Солдатов, О. П. Нейроинформатика [Текст] / Солдатов О. П. // Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т) (СГАУ). – Самара, 2013. – 148 с.
9. Нейросети против алгоритмов [Электронный ресурс] / Компания БИЛТЕХ // Автоматизация производства. – URL: https://dzen.ru/a/ZU6O_wfZDAKYCUd2 (дата обращения: 02.02.2025).
10. Karpathy, A. A. Recipe for Training Neural Networks [Электронный ресурс] / A. A. Karpathy. – 2019. – URL: <https://karpathy.github.io/2019/04/25/recipe/> (дата обращения: 02.01.2025).
11. LeCun, Y. Deep Learning [Text] / Y. LeCun, Y. Bengio, G. Hinton // Nature. – 2023. – No. 521. – Pp. 436–444.
12. Павлов, С. Н. Системы искусственного интеллекта. Часть 1 [Текст] / С. Н. Павлов. – Томск : Эль Контент, 2011. – 176 с.
13. Для чего строят и обучают нейросети в IT [Электронный ресурс] / YandexPracticum. – 2024. – URL: <https://practicum.yandex.ru/blog/chto-takoe-neyronnyye-seti/> (дата обращения: 04.01.2025).
14. Шарипбай, А. А. Нейронные сети [Текст] / А. А. Шарипбай. – Астана, 2018. – 398 с.
15. Тренды развития ИИ: что будет актуально в следующем десятилетии? [Электронный ресурс] // Hi-tech. – 2025. – URL: <https://hi-tech.mail.ru/review/121811-trendy-razvitiya-ii-chto-budet-aktualno-v-sleduyushem-desyatiletii/> (дата обращения: 10.01.2025).
16. Боровская, Е. В. Основы искусственного интеллекта [Текст] / Е. В. Боровская, Н. А. Давыдова. – 4-е изд. – Москва : Лаборатория знаний, 2020. – 130 с.
17. Concept of a university's scientific and educational mechanism with elements of industry 5.0 [Text] / A. Babkin, L. Batukova, L. Bagdasaryan [et al.] // E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum “Sustainable Development of Industrial Region” (UESF-2024). EDP Sciences. – 2024. – P. 05023.
18. Стратегическое управление развитием промышленной EICSG-экосистемы Индустрии 5.0 [Текст] / А. В. Бабкин, Л. Р. Батукова, Е. В. Шкарупета [и др.] // ЭКО. – 2024. – № 5(599). – С. 287–300.
19. Городецкий, В. И. Многоагентные системы [Электронный ресурс] / В. И. Городецкий, М. С. Грушинский, А. В. Хабалов. – 2015. – URL: <https://spkurdyumov.ru/networks/mnogoagentnye-sistemy-obzor/> (дата обращения: 17.01.2025).
20. Теоретические положения программирования стратегического развития промышленности в условиях формирования Индустрии 5.0 [Текст] / В. В. Глухов, А. В. Бабкин, Л. Р. Батукова [и др.] // π-Economy. – 2024. – Т. 17, № 5. – С. 61–87.
21. Что такое программные роботы (RPA): замена человеку или его помощник? [Электронный ресурс] // Kod. – 2023. – URL: <https://kod.ru/programmnye-roboty-rpa> (дата обращения: 20.01.2025).

22. Сферы применения и проблемы внедрения программных роботов (RPA) [Электронный ресурс] // TADVISER. – 2022. – URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Сферы_применения_и_проблемы_внедрения_п_программных_роботов_\(RPA\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Сферы_применения_и_проблемы_внедрения_п_программных_роботов_(RPA)) (дата обращения: 17.01.2025).

23. Программная роботизация: операционный инструмент и способ апробации новых идей в финтех-секторе [Электронный ресурс] // Nlabteam. – 2023. – URL: <https://nlabteam.com/blog/programmная-robotizatsiya/> (дата обращения: 13.02.2025).

24. Sutton, R. S. Reinforcement Learning: An Introduction [Text] / R. S. Sutton, A. G. Barto // MIT Press. – 2015. – Pp. 124–239.

25. AI в логистике: умные роботы для управления поставками [Электронный ресурс]. – 2025. – URL: <https://blog.ai-monster.ru/ai-v-logistike-umnye-roboty-dlya-upravleniya-postavkami-2025/> (дата обращения: 15.02.2025).

26. Шайдуллина, В. К. Использование роботов в электронной торговле при заключении договоров: проблемы правового регулирования [Текст] / В. К. Шайдуллина // БГЖ. – 2020. – №1 (30). – С. 240–250.

27. Применение искусственного интеллекта в быту [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: https://www.cgemo.ru/konsultatsionnyy-tsentr/infoteka/?ELEMENT_ID=1476 (дата обращения: 19.02.2025).

References

1. Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press. [Electronic source] URL: <https://www.deeplearningbook.org> (Date of access: 27.04.2025).

2. Software Product – Software Engineering (2025). Geeksforgeeks. [Electronic source] URL: <https://www.geeksforgeeks.org/software-engineering-software-product/> (Date of access: 12.02.2025).

3. Nesterov, A. V. (2019). Electronic media, devices, electronic environment, electronic resources: philosophical and legal aspect. Moscow: Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, 1–11.

4. Kuznetsova, I. O., Malyutov, D. A. (2024). The principle of operation and architecture of neural networks. Eurasian integration: modern trends and promising directions, 50–90.

5. Rostovtsev, V. S. (2019). Artificial neural networks. St. Petersburg: Lan, 216.

6. Gafarov, F. M., Galimyanov, A. F. (2018). Artificial neural networks and applications. Kazan: Publishing house of Kazan University, 121.

7. How a neural network works and why it needs layers (2024). Arcsinus. [Electronic source] URL: <https://www.arcsinus.ru/blog/neuronet-architecture> (Date of access: 29.03.2025).

8. Soldatova, O. P. (2013). Neuroinformatics. Samara State Aerospace University named after S. P. Korolev, 148.

9. Neural networks versus algorithms / BILTECH Company // Automation of production. [Electronic source] URL: https://dzen.ru/a/ZU6O_wfZDAKYCUd2 (Date of access: 02.02.2025).

10. Karpathy, A. A. (2019). Recipe for Training Neural Networks. [Electronic source] URL: <https://karpathy.github.io/2019/04/25/recipe/> (Date of access: 02.01.2025).

11. LeCun, Y., Bengio, Y., Hinton, G. (2023). Deep Learning. Nature, 521, 436–444.

12. Pavlov, S. N. (2011). Artificial Intelligence Systems. Part 1. Tomsk: El Content, 176.

13. Why neural networks are built and trained in IT (2024). YandexPracticum. [Electronic source] URL: <https://practicum.yandex.ru/blog/chto-takoe-neyronnye-seti/> (Date of access: 04.01.2025).

14. Sharipbai, A. A. (2018). Neural Networks. Astana, 398.
15. AI Development Trends: What Will Be Relevant in the Next Decade? (2025). Hi-tech. [Electronic source] URL: <https://hi-tech.mail.ru/review/121811-trendy-razvitiya-ii-cto-budet-aktualno-v-sleduyushem-desyatiletii/> (Date of access: 10.01.2025).
16. Borovskaya, E. V., Davydova, N. A. (2020). Fundamentals of Artificial Intelligence. 4th ed. Moscow: Knowledge Laboratory, 130.
17. Babkin, A., Batukova, L., Bagdasaryan, L., Mikhailov, P., Karimov D. (2024). Concept of a university's scientific and educational mechanism with elements of industry 5.0. E3S Web of Conferences. Ural Environmental Science Forum "Sustainable Development of Industrial Region" (UESF-2024). EDP Sciences, 05023.
18. Babkin, A. V., Batukova, L. R., Shkarupeta, E. V., Tashenova, L. V., Leifei, C. (2024). Strategic Management of the Development of the Industrial EICSG Ecosystem of Industry 5.0. ECO, 5(599), 287–300.
19. Gorodetsky, V. I., Khabalov, A. V. (2015). Multi-agent systems. [Electronic source] URL: <https://spkurdyumov.ru/networks/mnogoagentnye-sistemy-obzor/> (Date of access: 17.01.2025).
20. Glukhov, V. V., Babkin, A. V., Batukova, L. R., Shkarupeta, E. V., Makhmudova G. N. (2024). Theoretical Provisions of Programming Strategic Development of Industry in the Context of Formation of Industry 5.0. *π-Economy*, 17 (5), 61–87.
21. What are software robots (RPA): a replacement for a person or his assistant? (2023). Kod. [Electronic source] URL: <https://kod.ru/programmnye-roboty-rpa> (Date of access: 20.01.2025).
22. Application areas and problems of implementation of software robots (RPA) (2022). TADVISER. [Electronic source] URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/> (Date of access: 17.01.2025).
23. Software robotics: an operational tool and a way to test new ideas in the fintech sector (2023). Nlabteam. [Electronic source] URL: <https://nlabteam.com/blog/programmnyaya-robotizatsiya/> (Date of access: 13.02.2025).
24. Sutton, R. S., Barto, A. G. (2015). Reinforcement Learning: An Introduction. MIT Press, 124–239.
25. AI in Logistics: Smart Robots for Supply Chain Management (2025). [Electronic source] URL: <https://blog.ai-monster.ru/ai-v-logistike-umnye-roboty-dlya-upravleniya-postavkami-2025/> (Date of access: 15.02.2025).
26. Shaidullina, V. K. (2020). Use of robots in electronic commerce when concluding contracts: problems of legal regulation. *BGZh*, 1(30), 240–250.
27. Application of artificial intelligence in everyday life (2024). [Electronic source] URL: https://www.cgemo.ru/konsultatsionnyy-tsentr/infoteka/?ELEMENT_ID=1476 (Date of access: 19.02.2025).

Сведения об авторах:

Колокольчиков Иван Дмитриевич – студент, Сибирский федеральный университет
e-mail: sit.altai@mail.ru

Кузьмич Роман Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры бизнес-информатики и моделирования бизнес-процессов, Сибирский федеральный университет
ORCID: 0000-0001-6017-1483
e-mail: romazmich@gmail.com

Information about the authors:

Kolokolchikov Ivan Dmitrievich – Student, Siberian Federal University

e-mail: sit.altai@mail.ru

Kuzmich Roman Ivanovich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor
of the Department of Business Informatics and Business Process Modeling, Siberian Federal
University

ORCID: 0000-0001-6017-1483

e-mail: romazmich@gmail.com