

обзорная статья

Искусственный интеллект в контексте междисциплинарных исследований языка

Сорокина Светлана Геннадьевна

Московский городской педагогический университет, Россия, Москва

<https://orcid.org/0000-0002-8667-6743>

lana40ina@mail.ru

Поступила 21.07.2023. Принята после рецензирования 10.08.2023. Принята в печать 14.08.2023.

Аннотация: Искусственный интеллект становится неотъемлемой частью различных наук, промышленных отраслей и повседневной жизни общества. Поскольку исследование искусственного интеллекта развивается в различных научных дисциплинах, его изучение требует комплексного, конвергентного подхода. Автор предлагает обзор существующих подходов к определению и интерпретации понятия *искусственный интеллект* с целью выявления его инвариантных характеристик, обуславливающих междисциплинарный характер искусственного интеллекта. Систематизируются ключевые драйверы и технологии развития искусственного интеллекта, основные модели его исследования; акцентируется уникальная способность искусственного интеллекта использовать знания, приобретать дополнительные знания и, анализируя и изучая способы их выражения и методы познания, достигать эффекта имитации интеллектуальной деятельности человека. Анализ определений исследуемого понятия позволяет сделать вывод о том, что важными тенденциями развития искусственного интеллекта являются его эмулятивное поведение и способность к постоянному развитию и изменениям, которые, с одной стороны, открывают новые исследовательские перспективы, а с другой – создают определенные трудности в понимании этих процессов. Среди технологий обучения искусственного интеллекта, играющих важную роль в его развитии, выделены алгоритмы, обработка больших данных и обработка естественного языка. Обзор существующих лингвистических исследований позволяет объединить исследовательские подходы в этой области вокруг основных задач интеллектуального анализа текстовых данных, среди которых основными являются поиск информации, извлечение знаний, классификация, аннотирование. Изучение и развитие искусственного интеллекта имеет важное значение для понимания его когнитивного потенциала и применения в различных сферах науки, промышленности и повседневной жизни.

Ключевые слова: искусственный интеллект, когнитивная наука, междисциплинарные исследования языка, конвергентный подход, управление искусственным интеллектом, искусственная социальность, интеллектуальный анализ

Цитирование: Сорокина С. Г. Искусственный интеллект в контексте междисциплинарных исследований языка. *Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Гуманитарные и общественные науки.* 2023. Т. 7. № 3. С. 267–280. <https://doi.org/10.21603/2542-1840-2023-7-3-267-280>

review article

Artificial Intelligence in Interdisciplinary Linguistics

Svetlana G. Sorokina

Moscow City University, Russia, Moscow

<https://orcid.org/0000-0002-8667-6743>

lana40ina@mail.ru

Received 21 Jul 2023. Accepted after peer review 10 Aug 2023. Accepted for publication 14 Aug 2023.

Abstract: Artificial intelligence (AI) is becoming an integral part of various scientific disciplines, industries, and everyday life. AI studies cover quite a number of scientific fields, and the topic needs an integrated and convergent approach to address its multifaceted challenges. This paper provides an extensive survey of existing approaches to define and interpret the AI concept. The research objective was to identify the invariant characteristics of AI that underscore its interdisciplinary nature. The article categorizes the primary drivers, technologies, and key research models that fuel the advancement of AI, which possesses a unique capability to leverage knowledge, acquire additional insights, and attain human-like intellectual performance by analyzing expressions and methods of human cognition.

The emulation of human intellectual activity and inherent propensity for continual evolution and adaptability both unlock novel research prospects and complicate the understanding of these processes. Algorithms, big data processing, and natural language processing are crucial for advancing the AI learning technologies. A comprehensive analysis of the existing linguistic research revealed an opportunity to unify various research approaches within this realm, focusing on pivotal tasks, e.g., text data mining, information retrieval, knowledge extraction, classification, abstracting, etc. AI studies make it possible to comprehend its cognitive potential applications across diverse domains of science, industry, and daily life.

Keywords: artificial intelligence, cognitive science, interdisciplinary language research, convergent approach, artificial intelligence control, artificial sociality, intellectual analysis

Citation: Sorokina S. G. Artificial Intelligence in Interdisciplinary Linguistics. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Gumanitarnye i obshchestvennye nauki*, 2023, 7(3): 267–280. (In Russ.) <https://doi.org/10.21603/2542-1840-2023-7-3-267-280>

Введение

В течение последних десятилетий искусственный интеллект (ИИ) совершил впечатляющий прорыв, превратившись в одно из наиболее значимых и востребованных направлений в сфере технологического развития. Возможности ИИ основаны на его способности обучаться на множестве разнообразных данных, что позволяет ему успешно справляться с крайне сложными задачами, когда-то считавшимися прерогативой исключительно человеческого интеллекта. Сегодня ИИ активно применяется во множестве областей, охватывая медицину, финансы, автономную навигацию, машинное обучение, обработку естественного языка и др.

Проблемы исследования ИИ становятся неотъемлемой частью технических и естественных наук, отраслей промышленности и повседневной жизни общества. Социальные и гуманитарные науки, которые всегда были и остаются центром исследования вопросов познания, познавательных процессов, сознания, знания, также не могут оставаться в стороне от изучения ИИ, созданного по образу и подобию интеллекта человека, как отражение его деятельности, в результате которой в машинных программах отражаются ментальные модели человека. Именно поэтому для решения проблем ИИ необходим конвергентный подход, позволяющий в комплексе использовать преимущества методологии и инструментария разных наук.

Созданный как проект знаний ИИ обладает уникальной способностью использовать их в качестве объекта и, оперируя имеющимися знаниями, приобретать дополнительные, анализировать и изучать их выражение, методы познания и применять эти подходы для достижения эффекта имитации интеллектуальной деятельности человека [1].

Являясь междисциплинарным явлением по своей сути, ИИ представляет собой своего рода компиляцию компьютерных наук, логики, биологии, психологии, философии, лингвистики и других дисциплин. Значимые результаты применения ИИ можно отметить в таких областях, как распознавание речи, обработка

изображений и естественного языка, доказательство теорем, создание интеллектуальных роботов. ИИ принес революционные результаты в повышении эффективности труда, снижении затрат на рабочую силу, оптимизации структуры человеческих ресурсов.

В нашей повседневной жизни ИИ проявляется через конкретные материализованные продукты и устройства, являясь тем самым техническим инструментом для решения задач, которые трудны или невыполнимы для человека. Кроме того, наблюдается тенденция влияния ИИ на социальные взаимодействия человека. Технологии, изначально разработанные для выполнения инструментальных задач, становятся средой и участником взаимодействия с людьми, создавая так называемую «искусственную социальность» [2].

В настоящее время различают три вида ИИ: слабый, или узкий ИИ (Weak AI, Narrow AI); сильный ИИ (Artificial General Intelligence, Strong AI) и искусственный суперинтеллект (Super Artificial Intelligence) [3]. Слабый ИИ представляет собой систему, специализированную для решения ограниченного набора задач. Он обычно не обладает общими интеллектуальными способностями и ограничен своей предназначенностью [4]. Интеллектуальные способности сильного ИИ сопоставимы с человеческими, т. к. он обладает широким спектром знаний и способен справляться с разнообразными задачами, а также обучаться и применять свои знания в новых ситуациях [5]. Искусственный суперинтеллект представляет собой гипотетический уровень ИИ, который значительно превосходит интеллект человека во всех аспектах. Суперинтеллект способен не только быстро и эффективно решать сложные задачи, но и самостоятельно развивать свой интеллект, что может привести к появлению совершенно новых видов технологий и к революционным изменениям в обществе [6; 7].

На данный момент существующие системы ИИ находятся в основном в области слабого ИИ, хотя некоторые исследования и разработки уходят в сторону сильного ИИ. Вопрос о суперинтеллекте остается

предметом академических дискуссий и спекуляций: исследователи рассуждают о возможностях искусственного суперинтеллекта [8], предупреждают об опасностях, например, угрозе сингулярности [9; 10].

Как проблема исследования ИИ по-разному проявляется в разных науках. Для естественных и инженерных наук возможности ИИ связаны с решением технических и инструментальных задач [11; 12]. В философии и гуманитарных науках ИИ рассматривается в контексте вопросов миропонимания [13; 14], интерпретация которых меняется в различные исторические эпохи и в зависимости от интеллектуальных традиций. Вероятно, многочисленные возможности ИИ, разноплановость областей его применения объясняют отсутствие в научной литературе общепринятого определения ИИ, оставляя этот вопрос дискуссионным.

Цель статьи – произвести обзор существующих подходов к определению и интерпретации понятия *искусственный интеллект* и выявить его инвариантные характеристики; типизировать основные драйверы и технологии развития ИИ и систематизировать наиболее распространенные модели его исследования, главным образом в лингвистической парадигме, представленной прежде всего задачами интеллектуального анализа текста, такими как поиск информации, извлечение знаний, классификация документов, аннотирование.

Подходы к определению понятия *искусственный интеллект*

Необходимость адекватного определения термина *искусственный интеллект* для рационального размышления о внедрении его в реальность человеческой жизни и общественного развития не вызывает сомнений. Исследователи разных научных школ и направлений предлагают свои дефиниции, при этом определения так или иначе отражают научные интересы авторов и их подходы к исследованию проблемы ИИ.

Авторский коллектив из Объединенного исследовательского центра (Joint Research Centre – JRC) Европейской комиссии, занимающегося широким спектром вопросов, связанных с наукой, технологиями и инновациями, ядерными исследованиями, вопросами энергетики, климата, здоровья, сельского хозяйства, в докладе по проблемам ИИ предлагает свою дефиницию ИИ, называя его просто общим термином (*generic term*) для машин и алгоритмов¹. При этом предполагается, что такие алгоритмы и машины

обладают способностью изучать окружение, обучаться и на основе полученных данных и приобретенного опыта, т. е. в результате самообучения, совершать умные действия и предлагать определенные решения. Данное определение несколько утилитарно, что вполне объяснимо техническими задачами, стоящими перед исследовательским центром, такими как разработка и реализация политик, направленных на развитие инноваций в Европе.

Другое исследовательское сообщество, Экспертная группа высокого уровня по искусственному интеллекту (High-Level Expert Group on Artificial Intelligence – AI HLEG), имеет своей целью разработку принципов и рекомендаций в отношении политики и нормативного регулирования взаимодействия с ИИ. AI HLEG работает над широким спектром вопросов, включая этические, социальные, экономические и правовые аспекты применения ИИ. Регулятивный фокус деятельности Экспертной группы обязывает к более детальной проработке дефиниций, что и отражается в определении ИИ².

В определении ИИ подчеркивается наличие двух составляющих, двух систем: программной (*software*) и аппаратной (*hardware*), которые разработаны для выполнения комплексных задач в физической или цифровой среде. Целью выполнения таких задач является принятие наиболее оптимальных решений для достижения поставленной цели на основе обработки полученных знаний или информации посредством использования символьных или числовых моделей. В данном определении, в отличие от предыдущего, эксперты подчеркивают мыслительные способности ИИ, который постигает окружение посредством сбора и интерпретации структурированных или неструктурированных данных и обладает способностью адаптировать собственное поведение, анализируя свои предыдущие действия и их воздействие на окружение³.

Характеристики и функции, отождествляющие ИИ с человеком, представляют собой весьма интересную и одновременно деликатную проблему, широко обсуждаемую учеными, особенно в правовом поле, и требующий урегулирования [15; 16]. Возникает вопрос, чьей интеллектуальной собственностью являются сгенерированные ИИ знания. В рамках настоящего исследования мы не обсуждаем данную тему, лишь заметим, что авторам статей и других научных или творческих работ уже рекомендовано указывать участие ИИ (в частности генеративного

¹ Annoni A., Benczur P., Bertoldi P., Delipetrev B., De Prato G., Feijoo C., Fernandez Macias E., Gomez Gutierrez E., Iglesias Portela M., Junklewitz H., Lopez Cobo M., Martens B., Figueiredo Do Nascimento S., Nativi S., Polvora A., Sanchez Martin J. I., Tolan S., Tuomi I., Vesnic Alujevic L. *Artificial Intelligence: a European perspective*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018. P. 18. <https://dx.doi.org/10.2760/11251>

² *A definition of Artificial Intelligence: main capabilities and scientific disciplines*. European Commission, 2019. P. 1. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/definition-artificial-intelligence-main-capabilities-and-scientific-disciplines> (accessed 19 Jul 2023).

³ Ibid. P. 6.

ресурса ChatGPT) в предоставлении данных, если оно имело место, а также разработаны правила и рекомендации для цитирования этого источника данных⁴.

Многочисленные комментарии получило определение ИИ, сформулированное автором Системы неаксиоматических рассуждений (Non-Axiomatic Reasoning System – NARS) П. Вангом (о NARS см. [17]). Сущность интеллекта, как считает когнитолог, исследователь ИИ, логики и мыслительных процессов, заключается в принципе адаптации к окружающей среде при работе с недостаточным количеством знаний и ресурсов (insufficient knowledge and resources). В таком случае интеллектуальной системе приходится полагаться на ограниченную вычислительную мощность, работать в реальном времени, быть готовой к решению непредвиденных задач и учиться на основе опыта [цит. по: 18, p. 1].

Это рабочее определение, трактующее интеллект как форму «относительной рациональности» (relative rationality), явно перекликается с идеями Г. А. Саймона [19]. Концепция относительной рациональности подразумевает, что рассуждения, рациональное поведение, принятие решений подвержены влиянию контекста и доступной информации, а не строго основаны на объективной или абсолютной рациональности. В отличие от абсолютной рациональности, предполагающей наличие единого стандарта или идеала рационального поведения, относительная рациональность признает, что люди и системы могут принимать рациональные решения, основываясь на своих собственных целях, информации и ограничениях. Она учитывает, что люди могут иметь разные ценности, приоритеты и ограничения, влияющие на их решения. Другими словами, в принятии решения всегда признается влияние так называемого человеческого фактора, который, казалось бы, не должен присутствовать в компьютерных программах и машинах. Таким образом, Г. А. Саймон проводит еще больше параллелей с интеллектом человека и наделяет ИИ большей автономией от аппаратных систем и жестко алгоритмических действий и решений. Такая независимость в поведении вызывает много вопросов о возможности признания субъектности и субъектного права ИИ [20; 21].

В Российской Федерации в рамках «Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 года» разработано и следующим образом определено понятие ИИ: «искусственный

интеллект – комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека. Комплекс технологических решений включает в себя информационно-коммуникационную инфраструктуру, программное обеспечение (в том числе в котором используются методы машинного обучения), процессы и сервисы по обработке данных и поиску решений»⁵. К технологиям ИИ отнесены «технологии, основанные на использовании искусственного интеллекта, включая компьютерное зрение, обработку естественного языка, распознавание и синтез речи, интеллектуальную поддержку принятия решений и перспективные методы искусственного интеллекта»⁶.

Несмотря на официально закрепленное определение, разработчики в этой сфере по-разному относятся к понятию ИИ и даже иногда стараются не использовать этот термин⁷.

Инвариантные характеристики ИИ

Изученные определения ИИ, сформулированные отечественными и зарубежными учеными и практиками разных областей деятельности; проанализированные концепции, закрепленные на государственном уровне, позволяют выделить следующие инвариантные характеристики ИИ.

Во-первых, ИИ является продуктом человеческого изобретательства и не обладает сверхъестественными или асоциальными свойствами. Он возникает благодаря умственным способностям людей и их творческому вкладу. Во-вторых, субстанциальная природа ИИ не может быть объективно определена как что-то материальное или физическое. Она проявляется не в физическом облике, а в виде набора рациональных и логически формализованных правил, обеспечивающих функционирование ИИ. В-третьих, ИИ состоит из инструментально закодированных правил, которые определяют его поведение и способности. Эти правила служат основой для функционирования ИИ и его взаимодействия с окружающей средой. В-четвертых, целью инструментально закодированного набора правил является создание и производство устройств или продуктов, способных имитировать интеллектуальную деятельность человека.

⁴ Caulfield J. ChatGPT Citations | Formats & Examples. *Scribbr*. 15.05.2023. URL: <https://www.scribbr.com/ai-tools/chatgpt-citations/> (accessed 10 Jul 2023).

⁵ О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации. Указ Президента РФ № 490 от 10.10.2019. *СПС КонсультантПлюс*.

⁶ Там же.

⁷ Почему ИИ всех путает, а разработчики вообще не пользуются этим термином. *vc.ru*. 18.03.2020. URL: <https://vc.ru/future/112846-pochemu-ii-vseh-putaet-a-razrabotchiki-voobshche-ne-polzuyutsya-etim-terminom> (дата обращения: 09.07.2023).

ИИ стремится достичь уровня интеллектуальности, сопоставимого с человеческим мышлением. В-пятых, ИИ обладает возможностью эмулировать интеллектуальные структуры, которые позволяют ему самостоятельно программировать и принимать интеллектуальные решения, не обязательно при поддержке или контроле со стороны людей.

Следует отметить, что ИИ представляет собой активно развивающуюся область, которая находит применение во множестве отраслей. Среди них крупные финансовые учреждения, такие как Morgan Stanley [22], использующие ИИ для более эффективного принятия финансовых решений; различные секторы экономики, например, здравоохранение [23; 24], и даже правительственные организации, такие как правительство Исландии, сотрудничающее с OpenAI для сохранения исландского языка⁸.

Проблемы управления ИИ

Среди наиболее важных черт ИИ ученые отмечают его способность обучаться, эмуляцию, стремление имитировать человеческие способности и навыки [25; 26, р. 1434:]. Такого рода навыки свидетельствуют о способности ИИ развиваться и изменяться. Именно это свойство ИИ оказывается важным для исследователей в области организационных вопросов и проблем принятия организационных решений. Н. Беренте с соавторами считают ИИ процессом и описывают его как постоянно отодвигающийся рубеж вычислительных достижений, использующий человеческий интеллект для решения все более сложных задач, связанных с принятием решений [26, р. 1433]. Среди наиболее важных характеристик ИИ называют подвижность его границ и расширение диапазона контекстов в зависимости от поставленной задачи и по мере обучаемости; относительную автономность ИИ в решении задач на основе использования прогностических моделей, которые, по мнению авторов, могут превосходить людей [27, р. 63, 74–75], в отличие от прошлых поколений ИИ, принимавших решения на основе правил [28]. В настоящее время исследователей особенно беспокоит проблема эмуляции ИИ [29], прежде всего в связи с вопросами права [20; 21] и этики [30], а также с таким аспектом, как человеческие ошибки, предубеждения, предвзятые суждения о том или ином явлении, интегрированные в ИИ в процессе обучения⁹. Современные достижения

в автономии и обучении интеллекта позволили ему породить алгоритмические модели и результаты, которые, к сожалению, понятны только определенной аудитории и остаются непрозрачными или полностью непонятными для других людей.

Более того, с ростом сложности алгоритмов, используемых в автономии и обучении, условия применения ИИ становятся более разнообразными и сложными. При разработке более сложных алгоритмов возникает несколько проблем: проблема черного ящика (the black-box problem) [31–33], проблемы объяснимости, прозрачности ИИ (explainable AI) [34; 35], проблема ответственности ИИ (AI accountability), проблема выполнения ИИ требований для надлежащего функционирования, его соответствие этическим стандартам и подотчетность [36] или «управляемость алгоритма» (algorithm traceability) [37].

По мере развития и автономности ИИ его непостижимость усиливается, и возникает вопрос, а не приведет ли это к интеллектуальному преимуществу машин над человеком. Ряд ученых, в том числе Илон Маск, высказывают опасения по поводу возможной технологической сингулярности¹⁰, когда технологическое развитие становится неуправляемым, что неизбежно ведет к радикальным изменениям человеческой цивилизации. На настоящем этапе такая угроза, по мнению ученых, перед человечеством не стоит, тем не менее существует необходимость изучать, понимать и управлять процессом эволюции автономного, самообучающегося ИИ, процессы функционирования остаются понятными только определенным специалистам [38].

Основные технологии ИИ

Для понимания принципов работы ИИ представляется целесообразным кратко описать основные драйверы и технологии, лежащие в основе его обучения и функционирования.

Большие данные (Big Data) – это термин, относящийся к объему (volume), разнообразию (variety) структурированных, полуструктурированных и неструктурированных данных, скорости (velocity) их обработки, которые превышают способности традиционных методов и инструментов анализа данных [39, с. 27]. Поэтому эти большие, сложные и быстрорастущие наборы данных (петабайты или эксабайты), собираемых со множества источников, требуют новых подходов для сбора, хранения, управления и анализа.

⁸ Government of Iceland. How Iceland is using GPT-4 to preserve its language. *OpenAI*. 14.03.2023. URL: <https://openai.com/customer-stories/government-of-iceland> (accessed 9 Jul 2023).

⁹ Касянчук Д. Искусственный интеллект и человеческий фактор. *Эконс*. 08.10.2020. URL: <https://econs.online/articles/techno/iskusstvennyy-intellekt-i-chelovecheskiy-faktor/>; Самая большая опасность искусственного интеллекта не Скайнет, а людские предрассудки. *Overclockers*. 16.01.2022. URL: <https://overclockers.ru/blog/amv212/show/61906/samaya-bolshaya-opasnost-iskusstvennogo-intellekta-ne-skajnet-a-ljudskih-predrassudki> (дата обращения: 12.07.2023).

¹⁰ Olinga L. Elon Musk calls for action against an imminent AI threat. *TheStreet*. 04.03.2023. URL: <https://www.thestreet.com/technology/elon-musk-calls-for-action-against-an-imminent-ai-threat> (accessed 17 Jul 2023).

Большие данные могут включать разнообразные типы данных: текст, изображения, видео, аудио, социальные медиа-сообщения, генетические последовательности и т. д. Большие данные могут быть сгенерированы и поступать в систему с высокой скоростью из различных источников. Это может быть поток данных в реальном времени, где информация должна быть обработана и проанализирована незамедлительно.

ИИ представляет собой набор технологий и алгоритмов, позволяющих компьютерам и аппаратным системам «думать» и «принимать решения», сходные с человеческими. Обладая способностью оперировать распределенными системами хранения данных, параллельными алгоритмами обработки, методами анализа, ИИ обрабатывает данные, находит закономерности, выявляет тренды и составляет прогнозы на основе больших данных.

Алгоритмы играют ключевую роль в разработке и функционировании ИИ. Алгоритмы ИИ представляют собой набор инструкций или процедур, разработанных для решения задач, требующих интеллектуальных способностей. Они предназначены для моделирования и эмуляции различных аспектов человеческого интеллекта, таких как распознавание образов, планирование, принятие решений, обучение и обработка естественного языка. Существует множество технических подходов и алгоритмов в рамках ИИ: логический вывод, вероятностные модели, генетические алгоритмы, алгоритмы обработки естественного языка, методы кластеризации и др.

Алгоритмы кластеризации позволяют группировать данные на основе их сходства и различий. Некоторые из популярных алгоритмов в этой области включают k-средних, Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise – DBSCAN и иерархическую кластеризацию. Алгоритмы классификации используются для прогнозирования или определения принадлежности объектов к определенным классам или категориям. К наиболее распространенным алгоритмам классификации относятся байесовские сети, дерево решений, метод опорных векторов и случайные леса [40; 41]. Алгоритмы усиления обучения используются для обучения агентов, способных принимать решения и активно участвовать в развитии окружающей среды. В зависимости от конкретной задачи и контекста могут быть использованы различные комбинации и модификации алгоритмов. Комбинация различных алгоритмов позволяет создавать разнообразные системы ИИ с различными возможностями их применения.

Машинное обучение (Machine Learning) занимается разработкой и использованием алгоритмов и моделей, которые позволяют компьютерным системам

«обучаться» на основе данных и опыта. В основе машинного обучения лежит идея, что компьютерные системы могут анализировать данные, искать паттерны и обучаться на основе этих паттернов, чтобы делать прогнозы, принимать решения или выполнять задачи без явного программирования¹¹.

Способность компьютеров распознавать и понимать текстовый язык называется **обработкой естественного языка** (Natural Language Processing – NLP) и включает в себя грамматический и семантический анализ, извлечение информации, анализ текста, поиск информации, машинный перевод, систему ответов на вопросы и диалоговую систему [42].

Ключ к обработке естественного языка заключается в том, чтобы обеспечить компьютерам **понимание естественного языка** (Natural Language Understanding – NLU), другими словами, научить аппаратную систему применять технологию, использующую естественный язык для общения. Машина, оснащенная технологией распознавания речи и семантического понимания, оптимизирует алгоритм непрерывного обучения, так что машина может не только слушать, но и понимать эмоции [43, с. 47].

Аппаратное обеспечение. В области машинного обучения используются модели «глубоких» нейронных сетей для решения сложных задач. Машинное обучение представляет собой метод реализации ИИ, а глубокое обучение является разновидностью машинного обучения [44]. Графический процессор (Graphics Processing Unit – GPU), производимый компанией NVIDIA, является основной аппаратной платформой для запуска глубокого обучения. Графический процессор представляет собой вычислительную модель, основанную на массивно-параллельных вычислениях, которая ускоряет приложения с параллельными функциями. В прошлом на обучение алгоритмов уходили месяцы, но с использованием графического процессора можно получить результат всего за один день. Мощные возможности параллельных вычислений, предоставляемые графическим процессором, устраняют узкие места в обучении глубоких алгоритмов, полностью раскрывая потенциал ИИ.

Основная цель **компьютерного зрения** заключается в создании систем, способных распознавать объекты, обнаруживать и анализировать паттерны и структуры в визуальных данных. Для достижения этой цели в компьютерном зрении применяются различные методы и техники, включая обработку изображений, распознавание образов, сегментацию, трекинг объектов и др. [45; 46, с. 320]. Компьютерное зрение находит применение в различных областях: медицине, автоматическом управлении, робототехнике, безопасности, мультимедиа и др. [47, с. 308–309].

¹¹ What is machine learning? IBM. URL: <https://www.ibm.com/topics/machine-learning> (accessed 20 Jul 2023).

Экспертные системы – это системы знаний, в основе которых лежит обширная база данных, содержащая профессиональные знания и опыт, а также механизм рассуждений. Важно заметить, что экспертные системы используют различные типы знаний для эмуляции мыслительных процессов экспертов и решения сложных задач, требующих уникального опыта и рассуждений. В образовании экспертные системы имеют такие преимущества, как отсутствие ограничений времени и места, независимость от внешнего влияния [48]. Они широко используются в дистанционном обучении, где способствуют эффективному обучающему процессу.

Нейронные сети моделируют работу нервной системы, используя сеть связанных искусственных нейронов, построенных по принципу функционирования сетей нервных клеток живого организма. Это математические модели, выполняющие вычисления с использованием большого количества данных [40, с. 111]. Нейронные сети обладают свойством быстрой адаптации к новой ситуации и способностью моделировать нелинейные зависимости, однако их работа остается необъяснимой и непостижимой.

Новые подходы к обучению ИИ меньше полагаются на заранее закодированные правила, человеческий контроль или надзор. Таким образом, обучение перешло от детерминированного к вероятностному подходу, и понимание ИИ приобрело новые, качественно иные аспекты и значения. Все больше внимания уделяется тем алгоритмам машинного обучения, которые позволяют системам самостоятельно обучаться на обработанных данных, извлеченных знаниях и на основе полученного опыта. С учетом этих изменений ИИ становится более гибким, самообучающимся и способным принимать решения на основе больших объемов данных. Это открывает перед ИИ новые возможности для применения в различных отраслях науки, техники и просто в быту.

Кроме того, сама способность ИИ к изменениям, к самосовершенствованию представляет интерес и огромный потенциал для исследователей, в частности для когнитологов. Динамический подход, практикуемый в исследовании когнитивных систем [49], как раз фокусируется на взаимодействии познавательных процессов внутри когнитивных систем с внешними процессами, с окружением. Согласно динамическому подходу, познающий агент в процессе своей деятельности может взаимодействовать не только с внешним окружением, но и с подобными себе агентами. Такое взаимодействие наблюдается в случае с ИИ, на чей познавательный процесс оказывают влияние заранее закодированные правила и алгоритмы, пользователи, а также различные интеллектуальные агенты. Таким образом, ИИ оказывается в эпицентре коллективных познавательных процессов, изучение которых оказывает влияние на его последующее развитие.

Модели анализа ИИ

Материал исследования позволяет выделить три модели анализа ИИ, влиянию которых подвергаются современные технологии интеллектуального анализа данных, обнаружения знаний и интеллектуальных агентов.

Символизм, также известный как логицизм, согласно которому символы являются основным аспектом человеческого познания, – это процесс символического расчета и рассуждения. В символическом ИИ когнитивные объекты людей выражаются в виде символов при помощи математической логики, а затем используются возможности компьютера для обработки символов с целью имитации когнитивных процессов человека [50].

Коннекционизм, также известный как бионика, основывается на принципе, что человеческий интеллект зависит от физиологической структуры и функционирования человеческого мозга. Коннекционизм считает нейроны человеческого мозга основными элементами когнитивного познания, а когнитивный процесс представляет собой обработку информации мозгом человека. Философы полагают, что эти два подхода сосуществуют на принципе дополнительности, как формальный и содержательный подходы [51; 52, с. 11].

Бихевиоризм, также известный как эволюция кибернетики, основывается на принципе, что интеллект зависит от восприятия и действия. Согласно бихевиоризму, основной способностью человека является способность к действию, восприятию, поддержанию жизни и самосохранению. Интеллектуальное поведение проявляется через взаимодействие с реальной средой, и ИИ должен развиваться постепенно, аналогично развитию человеческого интеллекта. Важным результатом разработок является реализация интеллектуальных систем управления и интеллектуальных роботов [53].

Лингвистические исследования

Одним из требующих решения вызовов XXI в. признается проблема информационного взрыва [54, с. 1293]. Развитие Интернета и цифровых технологий привело к экспоненциальному росту объема доступной информации, 95 % которой приходится на неструктурированные данные [55, с. 115]. Постоянно пополняющиеся объемы информации требуют соответствующего метода ее обработки для адекватного извлечения знаний (Knowledge Extraction – KE). «Раскопками» знаний в текстовой информации занимается такое направление ИИ, как интеллектуальный анализ текстов (Text Mining), существующий в рамках концепции интеллектуального анализа данных (Data Mining) [54; 56–59] и тесно связанный с проблемой больших данных (Big Data).

Изученный материал позволяет объединить лингвистические исследования в этой области вокруг основных задач Text Mining, которыми являются

поиск в тексте информации, извлечение знаний, сортировка и классификация документов, аннотирование [54, с. 1294]. Отметим, что существующие подходы к решению этих задач базируются на методах математической лингвистики [60; 61].

С лингвистической точки зрения процесс извлечения знаний из текстовой информации сопровождается некоторыми сложностями, обусловленными особенностями и неоднозначностью естественных языков. Во-первых, это мультисемантическая, позволяющая лексемам существовать в разных контекстах и, соответственно, допускающая вариативность интерпретации. С другой стороны, одна и та же мысль может быть выражена различными языковыми средствами, результатом чего становится избыточность вербальной информации, величина которой, согласно исследованию А. Б. Гуларяна, колеблется в пределах 70–80 % [62, с. 9]. Очевидной лингвистической проблемой автоматического извлечения информации является сложность раскрытия стилистических конструкций, например, метафор и эпитетов; свободный порядок слов в предложении, как в русском языке; инверсии, анафоры и даже восприятие синонимов. Еще одной сложностью больше технического характера, напрямую отражающейся на процессе извлечения знания, является проблема слияния гетерогенных данных [54, с. 1295], обусловленная разнородностью форматов и естественных языков источников информации.

Изучение вопросов интеллектуального анализа текстов тесно переплетается с задачами обработки, т. е. понимания естественного языка [63], для решения которых в настоящее время создаются разнообразные сервисы и экосистемы, чтобы оценивать производительность – уровень понимания современного ИИ (language understanding evaluation benchmark). Среди таких тестов производительности – бенчмарков, предлагаемых российскими разработчиками, могут быть названы языковая модель RuBERT (Russian Bidirectional Encoder Representations from Transformers) [64]; проект DeepPavlov, разработанный в Лаборатории нейронных систем и глубокого обучения МФТИ [64]; проект Russian SuperGlue, позволяющий человеку и сильному интеллекту сравнивать качество универсальных языковых моделей русского языка на основе предлагаемых одинаковых заданий и тестов¹².

Процесс NLP применительно к интеллектуальному анализу текстов реализуется при помощи следующих подходов: маркировка слов как частей речи (tagging) [65]; выделение основных смысловых частей предложения (chunking) [66]; оценивание

семантической связанности пар слов, определение семантических ролей и построение статистической модели языка [67].

Благодаря развитию ИИ, а именно процессов обработки естественных языков, на новый уровень вышли технологии машинного перевода, среди которых на современном этапе их развития можно выделить аналитический, основанный на правилах (Rule-Based Machine Translation – RBMT); статистический (Statistical Machine Translation – SMT), где перевод генерируется на основе анализа двуязычных корпусов текста (text corpora), и нейронный машинный перевод (Neural Machine Translation – NMT), модели которого используют глубинное обучение и обучение признакам [68]. В современной научной литературе отражены исследования различных систем и подходов к машинному переводу [69; 70].

Следующей областью концентрации лингвистических интересов является информационный поиск (Information Retrieval – IR) [71–73], а точнее семантический поиск, направленный на семантический образ искомого документа. Суть данного анализа заключается «в выделении семантических отношений, формировании семантического представления текстов»¹³.

Методологические аспекты выбора словоформ для распознавания контента представлены в работе А. А. Мусаева и Д. А. Григорьева, где авторы систематизируют принципы поиска информации и выделяют следующие виды поиска: на основе словоформ, на основе словосочетаний, на основе шаблонов (ассоциации, правила, частотные подмножества, скрытые закономерности), на основе концептов [54].

Еще одним способом получить представление о содержании текста является суммаризация текста (Text Summarisation), его семантическое сжатие, или автоматическое реферирование и аннотирование. Суммаризация может осуществляться с помощью выделения наиболее значимых с точки зрения информативности блоков и последующего их объединения. Такая суммаризация носит название экстрактивной. Другой подход – абстрактивный – основан на анализе и обобщении документа и генерации нового краткого текста [74–76].

Наряду с получением обобщенного представления о содержании текста исследователи используют возможности ИИ для автоматического выявления его тональности. Анализ тональности (sentiment analysis) является более сложным видом анализа текста. Особенно трудными для идентификации признаются ирония и сарказм, где кроме анализа

¹² Обучение Russian SuperGLUE моделей с помощью библиотеки DeepPavlov. Хабр. 04.12.2022. URL: <https://habr.com/ru/articles/703334> (дата обращения: 05.07.2023).

¹³ Корешкова Т. Семантический анализ для автоматической обработки естественного языка. Научно-технический центр ФГУП «ГРЦЦ». 08.09.2021. URL: https://rdc.grfc.ru/2021/09/semantic_analysis/#post-1707-_Точ69397630 (дата обращения: 01.07.2023).

самого высказывания необходим анализ контекста [77]. Анализ тональности проводится по двум целевым векторам: 1) определить тональность автора для всего текста или фрагмента текста – общий анализ; 2) определить тональность по отношению к заданной цели – таргетированный анализ [78; 79].

Область применения сентимент-анализа разнообразна. Так, О. И. Максименко проводит сентимент-анализ на материале текстов СМИ [80], Н. В. Лукашевич и Ю. В. Рубцова анализируют тональность твитов [81], М. В. Чернышевский исследует актуальные классификации тональности мнений для актуализации системы автоматического сентимент-анализа текста (АСАТ) [82].

Анализ тональности является разновидностью контент-анализа [83]. В прикладной лингвистике контент-анализ используется для систематического изучения и анализа содержания текстового, аудио-, видео- или другого медийного контента [84, с. 1201]. Он позволяет исследователям выявлять паттерны, тенденции, темы, категории или другие характеристики в большом объеме данных.

Развитие ИИ расширяет возможности контент-анализа, а разработанные компьютерные программы, такие как CATRAS, Diction, General Inquirer, позволяют обработать большие массивы информации [85, с. 116]. Контент-анализ содействует получению качественных и количественных данных для обоснования научных выводов, исследования тенденций, мониторинга общественного мнения, анализа медийной репутации и др.

ИИ тесно связан с исследованием языковых корпусов (language corpora) [86], представляющих собой структурированную и организованную коллекцию текстов, записей речи или других языковых данных. Корпусный анализ является основой для разработки и обучения различных алгоритмов и моделей ИИ, способных обрабатывать и понимать текстовые данные. Корпусы текстов и языковых данных служат «тренировочными наборами» для машинного обучения, что позволяет алгоритмам ИИ извлекать знания и закономерности из большого объема текстов.

Приведем примеры взаимодействия корпусного анализа и ИИ. Корпусы текстов используются для обучения таких моделей NLP, как классификаторы, анализаторы тональности, анализаторы сентимента и др. Модели NLP, обученные на корпусах, могут лучше понимать и обрабатывать естественный язык. Исследование частотности употребления лексических единиц, их сочетаемости и контекстов использования в корпусах помогает искусственным интеллектуальным системам лучше понимать наиболее распространенные языковые структуры и тематики [87]. Корпуса текстов широко используются переводчиками.

Алгоритмы ИИ, применяющие корпусный анализ, могут автоматически извлекать информацию, классифицировать тексты, выполнять суммаризацию, анализ

синтаксиса. ИИ, обеспеченный корпусным анализом, становится более компетентным и эффективным в обработке и понимании естественного языка. Развитие различных приложений и систем облегчает и улучшает взаимодействие между человеком и машиной.

На основе перечисленных методов извлечения текстовой информации заключим, что ИИ обладает способностью классифицировать и кластеризовать информацию, способностью отнесения текстовых документов к заданному семантическому классу. Классификация относится к способу когнитивного восприятия действительности, поэтому представляет интерес для лингвистов-когнитологов.

Заключение

Бесспорно, ИИ становится неотъемлемой частью различных наук, промышленных отраслей и окружающей действительности. Его уникальная способность использовать знания, эмулировать мыслительные процессы человека и решать сложные задачи делает его востребованным инструментом в различных сферах. Несмотря на существование различных определений понятия ИИ и наличие инвариантных характеристик, вопрос дефиниции исследуемого термина остается дискуссионным, поскольку разные науки фокусируются на релевантных для себя аспектах и функциях ИИ.

Развитие ИИ представляет огромный потенциал для науки, промышленности и повседневной жизни. Однако, несмотря на все достижения, существуют вызовы, связанные с эмулятивным поведением ИИ и его постоянным развитием, что требует более глубокого понимания этих процессов, разработки конвергентной методологии изучения ИИ.

Задача извлечения знаний из текстовых сообщений, вокруг которой формируются лингвистические исследования в области ИИ, имеет огромную важность и является ключевой в области обработки естественного языка и обучения ИИ. Решение данной задачи облегчает процесс обработки и анализа данных, содействует структурированию неструктурированной информации для интерпретации и анализа. Автоматическая обработка языка позволяет компьютерам понимать и анализировать естественный язык, что открывает двери для разработки современных систем взаимодействия с пользователем, создания систем, способных принимать решения и обучаться на основе больших объемов данных.

Конфликт интересов: Автор заявил об отсутствии потенциальных конфликтов интересов в отношении исследования, авторства и / или публикации данной статьи.

Conflict of interests: The author declared no potential conflict of interests regarding the research, authorship, and / or publication of this article.

Литература / References

1. Duan L., Xu L. D. Business intelligence for enterprise systems: a survey. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 2012, 8(3): 679–687. <http://dx.doi.org/10.1109/TII.2012.2188804>
2. Резаев А. В., Стариков В. С., Трегубова Н. Д. Социология в эпоху «искусственной социальности»: поиск новых оснований. *Социологические исследования*. 2020. № 2. С. 3–12. [Rezaev A. V., Starikov V. S., Tregubova N. D. Sociology in the age of ‘artificial sociality’: search of new bases. *Sotsiologicheskie issledovaniya*, 2020, (2): 3–12. (In Russ.)] <https://doi.org/10.31857/S013216250008489-0>
3. Hui Y. On the limit of artificial intelligence. *Philosophy Today*, 2021, 65(2): 339–357. <https://doi.org/10.5840/philtoday202149392>
4. Райков А. Н. Слабый vs Сильный искусственный интеллект. *Информатизация и связь*. 2020. № 1. С. 81–88. [Raikov A. N. Weak vs strong artificial intelligence. *Informatizatsiia i sviaz*, 2020, (1): 81–88. (In Russ.)] <https://doi.org/10.34219/2078-8320-2020-11-1-81-88>
5. Ng G. W., Leung W. C. Strong artificial intelligence and consciousness. *Journal of Artificial Intelligence and Consciousness*, 2020, 07(01): 63–72. <https://doi.org/10.1142/S2705078520300042>
6. Лешкевич Т. Г. Пределы искусственного интеллекта в оптике академического дискурса. *Междисциплинарность в современном социально-гуманитарном знании-2018: третья междунар. науч. конф.* (Ростов-на-Дону, 20–22 сентября 2018 г.) Ростов н/Д-Таганрог: ЮФУ, 2018. Т. 2. Ч. 2(2), С. 135–142. [Leshkevich T. G. The limits of artificial intelligence in the optics of academic discourse. *Interdisciplinarity in the modern humanities and social sciences-2018: Proc. Third Intern. Sci. Conf.*, Rostov-on-Don, 20–22 Sep 2018. Rostov-on-Don-Taganrog: SFedU, 2018, vol. 2, pt. 2(2), 135–142. (In Russ.)] <https://www.elibrary.ru/mckktr>
7. Проворных И. А. О возможности появления разума у искусственного интеллекта. *Инновационный дискурс развития современной науки и технологий: III Междунар. науч.-практ. конф.* (Петрозаводск, 23 декабря 2021 г.) Петрозаводск: Новая Наука, 2021. С. 224–227. [Provornykh I. A. Is it possible for artificial intelligence to have a mind. *Innovative discourse on the development of modern science and technology: Proc. III Intern. Sci.-Prac. Conf.*, Petrozavodsk, 23 Dec 2021. Petrozavodsk: Novaia Nauka, 2021, 224–227. (In Russ.)] <https://www.elibrary.ru/pdmqnf>
8. Kaplan A., Haenlein M. Rulers of the world, unite! The challenges and opportunities of artificial intelligence. *Business Horizons*, 2020, 63(1): 37–50. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.09.003>
9. Костина А. В. Цифровое общество: человек, культура, природа в горизонте сингулярности. *Знание. Понимание. Умение*. 2020. № 4. С. 15–33. [Kostina A. V. Digital society: man, culture, nature in the horizon of singularity. *Znanie. Poniimanie. Umenie*, 2020, (4): 15–33. (In Russ.)] <https://www.elibrary.ru/bmegvr>
10. Jiang Y., Li X., Luo H., Yin S., Kaynak O. Quo vadis artificial intelligence? *Discover Artificial Intelligence*, 2022, 2(4). <https://doi.org/10.1007/s44163-022-00022-8>
11. Ковалев С. М., Снашел В., Гуда А. Н., Колоденкова А. Е., Суханов А. В. Аналитический обзор современных интеллектуальных информационных технологий в технике и на производстве. *Вестник РГУПС*. 2019. № 1. С. 60–75. [Kovalev S. M., Snasel V., Guda A. N., Kolodenkova A. E., Sukhanov A. V. The analytic review of the modern intelligent information technologies for industry. *Vestnik RGUPS*, 2019, (1): 60–75. (In Russ.)] <https://www.elibrary.ru/zbklil>
12. Кирпун В. Е., Соловьева Н. А. Искусственный интеллект в сфере механизации сельского хозяйства. *Математическое моделирование и информационные технологии при исследовании явлений и процессов в различных сферах деятельности: II Междунар. студ. науч.-практ. конф.* (Краснодар, 14 марта 2022 г.) Краснодар: Новация, 2022. С. 151–156. [Kirpun V. E., Solovyova N. A. Artificial intelligence in agricultural mechanization. *Mathematical modeling and information technologies in the study of phenomena and processes in various fields of activity: Proc. II Intern. Sci.-Prac. Conf. of Students*, Krasnodar, 14 Mar 2022. Krasnodar: Novatsiia, 2022, 151–156. (In Russ.)] <https://www.elibrary.ru/nqgueq>
13. Безлепкин Е. А., Зайкова А. С. Нейрофилософия, философия нейронаук и философия искусственного интеллекта: проблема различения. *Философские науки*. 2021. Т. 64. № 1. С. 71–87. [Bezlepkin E. A., Zaykova A. S. Neurophilosophy, philosophy of neuroscience, and philosophy of artificial intelligence: the problem of distinguishing. *Russian Journal of Philosophical Sciences*, 2021, 64(1): 71–87. (In Russ.)] <https://doi.org/10.30727/0235-1188-2021-64-1-71-87>
14. Digilina O. B., Teslenko I. B., Nalbandyan A. A. The artificial intelligence: prospects for development and problems of humanization. *RUDN Journal of Economics*, 2023, 31(1): 170–183. <https://doi.org/10.22363/2313-2329-2023-31-1-170-183>
15. Shchitova A. A. Definition of artificial intelligence for legal regulation. *Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference on Digital Economy (ISCDE 2020)*, Ekaterinburg, 5–6 Nov 2020. Ekaterinburg: Institute of Digital Economics; Atlantis Press, 2020, 616–620. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.201205.104>

16. Menczer F., Crandall D., Ahn Y.-Y., Kapadia A. Addressing the harms of AI-generated inauthentic content. *Nature Machine Intelligence*, 2023, 5(7): 679–680. <https://doi.org/10.1038/s42256-023-00690-w>
17. Wang P. On defining artificial intelligence. *Journal of Artificial General Intelligence*, 2019, 10(2): 1–37. <https://doi.org/10.2478/jagi-2019-0002>
18. Monett D., Lewis C. W. P., Thórisson K. R. Introduction to the JAGI Special Issue "On Defining Artificial Intelligence" – commentaries and author's response. *Journal of Artificial General Intelligence*, 2020, 11(2): 1–4. <https://doi.org/10.2478/jagi-2020-0003>
19. Simon H. A. *Models of Man: Social and Rational*. NY: John Wiley & Sons, 1957, 287.
20. Архипов В. В., Наумов В. Б. Искусственный интеллект и автономные устройства в контексте права: о разработке первого в России закона о робототехнике. *Труды СПИИРАН*. 2017. № 6. С. 46–62. [Arkhipov V. V., Naumov V. B. Artificial intelligence and autonomous devices in legal context: on development of the first Russian law on robotics. *Trudy SPIIRAN*, 2017, (6): 46–62. (In Russ.)] <https://doi.org/10.15622/sp.55.2>
21. Васильев А. А., Шпоппер Д., Матаева М. Х. Термин «искусственный интеллект» в российском праве: доктринальный анализ. *Юрислингвистика*. 2018. № 7-8. С. 35–44. [Vasilyev A. A., Szproper D., Matayeva M. H. The term "artificial intelligence" in the Russian law: doctrinal analysis. *Legal Linguistics*, 2018, (7-8): 35–44. (In Russ.)] <https://www.elibrary.ru/y1qksd>
22. Duft G., Durana P. Artificial intelligence-based decision-making algorithms, automated production systems, and big data-driven innovation in sustainable Industry 4.0. *Economics, Management, and Financial Markets*, 2020, 15(4): 9–18. <https://doi.org/10.22381/EMFM15420201>
23. Lu Y. Artificial intelligence: a survey on evolution, models, applications and future trends. *Journal of Management Analytics*, 2019, 6(1): 1–29. <https://doi.org/10.1080/23270012.2019.1570365>
24. Liu S., Wright A. P., Patterson B. L., Wanderer J. P., Turer R. W., Nelson S. D., McCoy A. B., Sittig D. F., Wright A. Using AI-generated suggestions from ChatGPT to optimize clinical decision support. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 2023, 30(7): 1237–1245. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocad072>
25. Brynjolfsson E., Mitchell T. What can machine learning do? *Workforce implications*. *Science*, 2017, 358(6370): 1530–1534. <https://doi.org/10.1126/science.aap8062>
26. Berente N., Gu B., Recker J., Santhanam R. Managing artificial intelligence. *MIS Quarterly Special Issue: Managing AI*, 2021, 45(3): 1433–1450. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2021/16274>
27. *The economics of artificial intelligence: an agenda*, eds. Agrawal A., Gans J., Goldfarb A. Chicago-London: The University of Chicago Press, 2019, 642. <https://doi.org/10.7208/chicago/9780226613475.001.0001>
28. Grosan C., Abraham A. Rule-based expert systems. *Intelligent systems: a modern approach*. Berlin-Heidelberg: Springer, 2011, 149–185. https://doi.org/10.1007/978-3-642-21004-4_7
29. Булавинова М. П. Риски и угрозы новых технологий, основанных на искусственном интеллекте. (Обзор). *Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Серия 8: Науковедение. Реферативный журнал*. 2018. № 2. С. 23–41. [Bulavinova M. P. Risks and threats of new technologies based on artificial intelligence: a review. *Sotsialnye i gumanitarnye nauki. Otechestvennaia i zarubezhnaia literatura. Seriya 8: Naukovedenie. Referativnyi zhurnal*, 2018, (2): 23–41. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/utcghm>
30. Strümke I., Slavkovik M., Madai V. I. The social dilemma in artificial intelligence development and why we have to solve it. *AI and Ethics*, 2022, 2(4): 655–665. <https://doi.org/10.1007/s43681-021-00120-w>
31. von Eschenbach W. J. Transparency and the black box problem: why we do not trust AI. *Philosophy & Technology*, 2021, 34(4): 1607–1622. <https://doi.org/10.1007/s13347-021-00477-0>
32. Zednik C. Solving the Black Box Problem: a normative framework for Explainable Artificial Intelligence. *Philosophy & Technology*, 2021, 34(2): 265–288. <https://doi.org/10.1007/s13347-019-00382-7>
33. Лешкевич Т. Г. Метафоры цифровой эры и Black Box Problem. *Философия науки и техники*. 2022. Т. 27. № 1. С. 34–48. [Leshkevich T. G. Metaphors of the digital age and the Black Box Problem. *Philosophy of Science and Technology*, 2022, 27(1): 34–48. (In Russ.)] <https://doi.org/10.21146/2413-9084-2022-27-1-34-48>
34. Angelov P. P., Soares E. A., Jiang R., Arnold N. I., Atkinson P. M. Explainable artificial intelligence: an analytical review. *WIREs Data Mining and Knowledge Discovery*, 2021, 11(5). <https://doi.org/10.1002/widm.1424>
35. Шевская Н. В. Объяснимый искусственный интеллект и методы интерпретации результатов. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2021. Т. 9. № 2. [Shevskaya N. V. Explainable artificial intelligence and methods for interpreting results. *Modeling, Optimization and Information Technology*, 2021, 9(2). (In Russ.)] <https://doi.org/10.26102/2310-6018/2021.33.2.024>
36. Percy C., Dragicevic S., Sarkar S., d'Avila Garcez A. S. Accountability in AI: from principles to industry-specific accreditation. *AI Communications*, 2021, 34(3): 181–196. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2110.09232>

37. Mora-Cantalops M., Sánchez-Alonso S., García-Barriocanal E., Sicilia M.-A. Traceability for trustworthy AI: a review of models and tools. *Big Data and Cognitive Computing*, 2021, 5(2). <https://doi.org/10.3390/bdcc5020020>
38. Tariq S., Iftikhar A., Chaudhary P., Khurshid K. Is the 'Technological Singularity scenario' possible: can AI parallel and surpass all human mental capabilities? *World Futures*, 2023, 79(2): 200–266. <https://doi.org/10.1080/02604027.2022.2050879>
39. Назаренко Ю. Л. Обзор технологии «большие данные» (Big Data) и программно-аппаратных средств, применяемых для их анализа и обработки. *European Science*. 2017. № 9. С. 25–30. [Nazarenko Yu. L. Technology review "Big Data" and software facilities applicable for it analysis and processing. *European Science*, 2017, (9): 25–30. (In Russ.)] <https://www.elibrary.ru/zrvwiv>
40. Пальмов С. В., Мифтахова А. А. Обзор основных методов искусственного интеллекта. *Перспективы науки*. 2013. № 11. С. 110–113. [Palmov S. V., Miftakhova A. A. Overview of the main methods of artificial intelligence. *Perspektivy nauki*, 2013, (11): 110–113. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/sbilfb>
41. Павлычев А. В., Стародубов М. И., Галимов А. Д. Использование алгоритма машинного обучения Random Forest для выявления сложных компьютерных инцидентов. *Вопросы кибербезопасности*. 2022. № 5. С. 74–81. [Pavlychev A. V., Starodubov M. I., Galimov A. D. Using the Random Forest machine learning algorithm for the extraction of complex computer incidents. *Voprosy kiberbezopasnosti*, 2022, (5): 74–81. (In Russ.)] <https://doi.org/10.21681/2311-3456-2022-5-74-81>
42. Белов С. Д., Зрелова Д. П., Зрелов П. В., Кореньков В. В. Обзор методов автоматической обработки текстов на естественном языке. *Системный анализ в науке и образовании*. 2020. № 3. С. 8–22. [Belov S. D., Zrelova D. P., Zrelov P. V., Korenkov V. V. Overview of methods for automatic natural language text processing. *System Analysis in Science and Education*, 2020, (3): 8–22. (In Russ.)] <https://doi.org/10.37005/2071-9612-2020-3-8-22>
43. Максимов В. Ю., Клышинский Э. С., Антонов Н. В. Проблема понимания в системах искусственного интеллекта. *Новые информационные технологии в автоматизированных системах*. 2016. № 19. С. 43–60. [Maksimov V. Yu., Klyshinsky E. S., Antonov N. V. The problem of understanding in artificial intelligence systems. *Novye informatsionnye tekhnologii v avtomatizirovannykh sistemakh*, 2016, (19): 43–60. (In Russ.)] <https://www.elibrary.ru/vtznryr>
44. Janiesch C., Zschech P., Heinrich K. Machine learning and deep learning. *Electron Markets*, 2021, 31(3): 685–695. <https://doi.org/10.1007/s12525-021-00475-2>
45. Dutta Majumder D. Pattern recognition, image processing and computer vision in fifth generation computer systems. *Sadhana*, 1986, 9(2): 139–156. <https://doi.org/10.1007/BF02747523>
46. Горячкин Б. С., Китов М. А. Компьютерное зрение. *E-Scio*. 2020. № 9. С. 318–346. [Goryachkin B. S., Kitov M. A. Computer vision. *E-Scio*, 2020, (9): 318–346. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/ebypio>
47. Новиков Н. И. Исследование разработки и применения различных алгоритмов компьютерного зрения для распознавания образов и объектов. *Научный аспект*. 2023. Т. 3. № 7. С. 306–312. [Novikov N. I. The development and application of various computer vision algorithms for pattern and object recognition. *Nauchnyi aspekt*, 2023, 3(7): 306–312. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/akykha>
48. Khanna S., Kaushik A., Barnela M. Expert systems advances in education. *Proceedings of National Conference on Computational Instrumentation (NCCI 2010)*. Chandigarh, 19–20 Mar 2010. CSIO Chandigarh, 2010, 109–112.
49. Favela L. H. Editor's introduction: innovative dynamical approaches to cognitive systems. *Cognitive Systems Research*, 2019, 58, 156–159. <https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2019.06.001>
50. Новиков Ф. А. Символический искусственный интеллект: математические основы представления знаний. М.: Юрайт, 2023. 278 с. [Novikov F. A. *Symbolic artificial intelligence: mathematical foundations of knowledge representation*. Moscow: Iurait, 2023. 278. (In Russ.)]
51. Алексеева Е. А. Противостояние символизма и коннекционизма в истории развития искусственного интеллекта. *История*. 2020. Т. 11. № 11. [Alekseeva E. A. The opposition of symbolism and connectionism in the history of artificial intelligence development. *Istoriya*, 2020, 11(11). (In Russ.)] <https://doi.org/10.18254/S207987840013021-2>
52. Безлепкин Е. А. Проблема синтеза коннекционизма и символизма в моделях слабого искусственного интеллекта. *Философия, социология, право: традиции и перспективы*: Всерос. науч. конф. (Новосибирск, 19–20 ноября 2020 г.) Новосибирск: Ofсет-ТМ, 2020. С. 10–13. [Bezlepkin E. A. The problem of synthesis of connectionism and symbolism in models of weak artificial intelligence. *Philosophy, Sociology, Law: Traditions and Prospects*. Proc. All-Russian Sci. Conf., Novosibirsk, 19–20 Nov 2020. Novosibirsk: Ofset-TM, 2020, 10–13. (In Russ.)] <https://doi.org/10.47850/S.2020.1.2>
53. Алексеев А. Ю. Философия искусственного интеллекта: нейрокомпьютерные реализаторы когниций. *Нейрокомпьютеры: разработка, применение*. 2014. № 4. С. 7–8. [Alekseev A. Yu. Philosophy of artificial

- intelligence: neurocomputing realizers of cognitions. *Neirokompiutery: razrabotka, primeneniye*, 2014, (4): 7–8. (In Russ.)] <https://www.elibrary.ru/sefhnh>
54. Мусаев А. А., Григорьев Д. А. Обзор современных технологий извлечения знаний из текстовых сообщений. *Компьютерные исследования и моделирование*. 2021. Т. 13. № 6. С. 1291–1315. [Musaev A. A., Grigoriev D. A. Extracting knowledge from text messages: overview and state-of-the-art. *Computer Research and Modeling*, 2021, 13(6): 1291–1315. (In Russ.)] <https://doi.org/10.20537/2076-7633-2021-13-6-1291-1315>
55. Журавлева Е. Ю. Эпистемический статус цифровых данных в современных научных исследованиях. *Вопросы философии*. 2012. № 2. С. 113–123. [Zhuravleva E. Yu. Epistemic status of digital data in modern scientific research. *Voprosy filosofii*, 2012, (2): 113–123. (In Russ.)] <https://www.elibrary.ru/owuwqz>
56. Warschauer M., Yim S., Lee H., Zheng B. Recent contributions of data mining to language learning research. *Annual Review of Applied Linguistics*, 2019, (39): 93–112. <https://doi.org/10.1017/S0267190519000023>
57. Hassani H., Beneki C., Unger S., Mazinani M. T., Yeganegi M. R. Text mining in big data analytics. *Big Data and Cognitive Computing*, 2020, 4(1). <https://doi.org/10.3390/bdcc4010001>
58. Janani R., Vijayarani S. Text mining research: a survey. *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, 2016, 4(4): 6564–6571. <https://doi.org/10.15680/IJIRCCE.2016.0404040>
59. Pruthi S. Knowledge discovery through data mining: an econometric perspective. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 2015, 2(10): 37–39.
60. Мальшева Е. Ю., Лычагина В. А. Математические методы исследования лингвистики. *Язык и культура в эпоху интеграции научного знания и профессионализации образования*. 2022. № 3-1. С. 170–177. [Malisheva E. Yu., Lichagina V. A. Mathematical methods in linguistic research. *Iazyk i kultura v epokhu integratsii nauchnogo znaniia i professionalizatsii obrazovaniia*, 2022, (3-1): 170–177. (In Russ.)] <https://www.elibrary.ru/pxlqjx>
61. Пиотровский Р. Г. Инженерная лингвистика и теория языка. Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1979. 112 с. [Piotrowski R. G. *Engineering linguistics and theory of language*. Leningrad: Nauka, Leningr. otd-nie, 1979, 112. (In Russ.)] <https://www.elibrary.ru/zdizgh>
62. Гуларян А. Б. Принцип «избыточности» как основа построения семантических систем. *Историческое обозрение*. 2009. № 10. С. 9–16. [Gularyan A. B. The principle of redundancy as the basis for constructing semantic systems. *Istoricheskoe obozrenie*, 2009, (10): 9–16. (In Russ.)] <https://www.elibrary.ru/uipidp>
63. Khurana D., Koli A., Khatker K., Singh S. Natural language processing: state of the art, current trends and challenges. *Multimedia Tools and Applications*, 2023, 82(3): 3713–3744. <https://doi.org/10.1007/s11042-022-13428-4>
64. Kuratov Yu., Arkhipov M. Adaptation of deep bidirectional multilingual transformers for Russian language. *Computational Linguistics and Intellectual technologies: Proc. Annual International Conference "Dialogue" (2019)*, Moscow, 29 May – 1 Jun 2019. Moscow, 2019, iss. 18, 333–339. <https://www.elibrary.ru/bbvvr>
65. Dhumal Deshmukh R., Kiwelekar A. W. Deep learning techniques for part of speech tagging by natural language processing. *Proceedings 2nd International Conference on Innovative Mechanisms for Industry Applications (ICIMIA 2020)*, Bangalore, 5–7 Mar 2020. IEEE, 2020, 76–81. <https://doi.org/10.1109/ICIMIA48430.2020.9074941>
66. Aung M. P., Moe A. L. New phrase chunking algorithm for Myanmar Natural Language Processing. *Applied Mechanics and Materials*, 2015, 695: 548–552. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.695.548>
67. Stavrianou A., Andritsos P., Nicoloyannis N. Overview and semantic issues of text mining. *ACM SIGMOD Record*, 2007, 36(3): 23–34. <https://doi.org/10.1145/1324185.1324190>
68. Озерова М. И. Обзор интеллектуальных методов машинного перевода. *Russian Linguistic Bulletin*. 2023. № 1. [Ozerova M. I. A review of intellectual machine translation methods. *Russian Linguistic Bulletin*, 2023, (1). (In Russ.)] <https://doi.org/10.18454/RULB.2023.37.6>
69. Шанкин А. А. Системы машинного перевода PROMT. *Россия в мире: проблемы и перспективы развития международного сотрудничества в гуманитарной и социальной сфере: VI Междунар. науч.-практ. конф. (Москва-Пенза, 25–26 марта 2019 г.)* Пенза: ПензГТУ, 2019. С. 267–277. [Shankin A. A. Machine translation systems PROMT. *Russia in the world: problems and prospects for the development of international cooperation in the humanitarian and social sphere: Proc. VI Intern. Sci.-Prac. Conf.*, Moscow-Penza, 25–26 Mar 2019. Penza: PenzSTU, 2019, 267–277. (In Russ.)] <https://www.elibrary.ru/zazsah>
70. Klimova B., Pikhart M., Delorme Benites A., Lehr C., Sanchez-Stockhammer C. Neural machine translation in foreign language teaching and learning: a systematic review. *Education and Information Technologies*, 2023, 28(1): 663–682. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11194-2>
71. Calvillo E. A., Padilla A., Muñoz J., Ponce J. S., Fernandez-Breis J. T. Searching research papers using clustering and text mining. *CONIELECOMP 2013: Proc. 23rd Intern. Conf. on Electronics, Communications and Computing*, Cholula, Puebla, 11–13 Mar 2013. IEEE, 2013, 78–81. <https://doi.org/10.1109/CONIELECOMP.2013.6525763>

72. Маннинг К. Д., Рагхаван П., Шютце Х. Введение в информационный поиск. М.: Вильямс, 2011. 528 с. [Manning C. D., Raghavan P., Schütze H. *Introduction to information retrieval*. Moscow: Viliams, 2011, 528. (In Russ.)]
73. Басипов А. А., Демич О. В. Семантический поиск: проблемы и технологии. *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика*. 2012. № 1. С. 104–111. [Basipov A. A., Demich O. V. Semantic search: issues and technologies. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Management, computer science and informatics*, 2012, (1): 104–111. (In Russ.)] <https://www.elibrary.ru/ooobzv>
74. Rathi K., Raj S., Mohan S., Singh Y. V. A review of state-of-the-art Automatic Text Summarisation. *International Journal of Creative Research Thoughts*, 2022, 10(4): e527–e541. <https://ssrn.com/abstract=4107774>
75. Белякова А. Ю., Беляков Ю. Д. Обзор задачи автоматической суммаризации текста. *Инженерный вестник Дона*. 2020. № 10. С. 142–159. [Belyakova A. Yu., Belyakov Yu. D. Overview of text summarization methods. *Inzhenernyj vestnik Dona*, 2020, (10): 142–159. (In Russ.)] <https://www.elibrary.ru/ayyyfq>
76. Joshi A., More P., Shah S., Sahitya A. An algorithmic approach for text summarization. *Proceedings 2023 International Conference for Advancement in Technology (ICONAT)*, Goa, 24–26 Jan 2023. IEEE, 2023. <https://doi.org/10.1109/ICONAT57137.2023.10080575>
77. Joshi A., Bhattacharyya P., Carman M. J. Automatic sarcasm detection: a survey. *ACM Computing Surveys*, 2018, 50(5). <https://doi.org/10.1145/3124420>
78. Li J., Hovy E. Reflections on sentiment / opinion analysis. In: Cambria E., Das D., Bandyopadhyay S., Feraco A. *A practical guide to sentiment analysis*. Springer, 2017, 41–59. https://doi.org/10.1007/978-3-319-55394-8_3
79. Liu B., Zhang L. A survey of opinion mining and sentiment analysis. *Mining Text Data*, eds. Aggarwal C. C., Zhai C. X. Boston: Springer, 2012, 415–463. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3223-4_13
80. Максименко О. И. Анализ тональности текстов (сентимент-анализ) на материале текстов СМИ. *Функциональная семантика и семиотика знаковых систем: Междунар. науч. конф. (Москва, 28–30 октября 2014 г.)* М.: РУДН, 2014. Ч. I. С. 96–105. [Maksimenko O. I. Text sentiment analysis: the case of mass media texts. *Functional semantics and semiotics of sign systems*: Intern. Sci. Conf., Moscow, 28–30 Oct 2014. Moscow: PFUR, 2014, pt. I, 96–105. (In Russ.)] <https://www.elibrary.ru/tldlwhh>
81. Лукашевич Н. В., Рубцова Ю. В. Объектно-ориентированный анализ твитов по тональности: результаты и проблемы. *Аналитика и управление данными в областях с интенсивным использованием данных: XVII Междунар. конф. DAMDID / RCDL'2015*. (Обнинск, 13–16 октября 2015 г.) Обнинск, 2015. С. 278–286. [Loukachevitch N. V., Rubtsova Yu. V. Entity-oriented sentiment analysis of tweets: results and problems. *Data Analytics and Management in Data Intensive Domains*: Proc. XVII Intern. Conf. DAMDID / RCDL'2015, Obninsk, 13–16 Oct 2015. Obninsk, 2015, 278–286. (In Russ.)] <https://www.elibrary.ru/vzydrt>
82. Чернышев М. В. Классификация тональности мнений для задачи автоматического сентимент-анализа текста. *Ученые записки УО «ВГУ им. П. М. Машерова»*. 2018. Т. 28. С. 136–140. [Chernyshevich M. V. Opinion classification for automatic sentiment analysis of the text. *Uchenye zapiski UO "VGU im. P. M. Masherova"*, 2018, 28: 136–140. (In Russ.)] <https://www.elibrary.ru/vxagrm>
83. Таршис Е. Я. Контент-анализ: принципы методологии. (Построение теоретической базы. Онтология, аналитика и феноменология текста. Программы исследования). 3-е изд. М.: URSS, 2021. 174 с. [Tarshis E. Ya. *Content analysis: principles of methodology. (Building a theoretical foundation. Ontology, analytics, and phenomenology of the text. Research programs)*. 3rd ed. Moscow: URSS, 2021, 174. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/tghhjf>
84. Бурнашев Р. Ф., Мирзаева А. Б. Контент-анализ как инструментальный количественной лингвистики. *Science and Education*. 2022. Т. 3. № 12. С. 1201–1210. [Burnashev R. F., Mirzayeva A. B. Content analysis as a tool of quantitative linguistics. *Science and Education*, 2022, 3(12): 1201–1210. (In Russ.)]
85. Хроменков П. Н., Максименко О. И. Исследование конфликтных текстов методом контент-анализа: история и современность. *Ученые записки НОПрЛ*. 2013. № 4. С. 109–117. [Khromenkov P. N., Maksimenko O. I. Conflict texts research by the content-analysis: history and the present. *Uchenye zapiski NOPriL*, 2013, (4): 109–117. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/seyajt>
86. Сафонкина О. С., Иргизова К. В. Использование корпусной лингвистики в условиях цифрового образовательного пространства. *Нижегородское образование*. 2019. № 2. С. 112–117. [Safonkina O. S., Irgizova K. V. Using the corpus linguistics in the digital educational environment. *Nizhegorodskoe obrazovanie*, 2019, (2): 112–117. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/javeam>
87. Сорокина С. Г. Языковые средства конструирования феномена самосознания: семантика и функции лексемы self. *Современное педагогическое образование*. 2023. № 5. С. 266–270. [Sorokina S. G. Constructing the phenomenon of self-concept: semantics and functions of the self lexeme. *Modern Pedagogical Education*, 2023, (5): 266–270. (In Russ.)] <https://elibrary.ru/fxhcak>