

УДК 004.8:001.5

DOI: 10.34670/AR.2026.74.83.079

Исторические аспекты зарождения технологии искусственного интеллекта и его генезис

Жучков Сергей Владимирович

Аспирант,
Московский политехнический университет,
107023, Российская Федерация, Москва, ул. Большая Семёновская, 38;
e-mail: svzhuchkov@gmail.com

Аннотация

Автор отмечает, что изучение искусственного интеллекта представляется критически важным элементом в развитии современной научной мысли, предлагая новые методы исследования. Акцентируется внимание, что благодаря искусственному интеллекту, научное сообщество получает возможность делать открытия, способствующие глубокому пониманию сложных явлений, что является движущей силой научного прогресса и его приложения в практической деятельности человека. Констатируется, что возможности при использовании новейших информационно-коммуникационных технологий с использованием искусственного интеллекта создают предпосылки для эффективного развития цифровой экономики.

Для цитирования в научных исследованиях

Жучков С.В. Исторические аспекты зарождения технологии искусственного интеллекта и его генезис // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2026. Том 16. № 1А. С. 773-781. DOI: 10.34670/AR.2026.74.83.079

Ключевые слова

Искусственный интеллект, развитие, область, подход, вклад, глубокое обучение.

Введение

Исследование истории искусственного интеллекта (далее - ИИ) начинается с древних мифов и легенд, где впервые появились представления о механических помощниках и разумных устройствах, а заканчивается разработкой первых компьютерных программ, способных к выполнению задач, требующих интеллектуальных усилий.

Основная часть

В древних цивилизациях уже существовали мифы и легенды о созданиях, обладающих искусственным разумом. Например, в греческой мифологии был Талос — бронзовый воин, созданный Гефестом для защиты острова Крит от врагов. Он не просто выполнял свои функции, но и обладал способностью принимать решения о том, как защитить остров. Также в Индии и Китае были распространены легенды о механических слугах и животных, которые могли выполнять различные задания, отражают древние исследования в области автоматизации и идеи о машинах, способных имитировать живые существа. В средние века ал-Джазари, мусульманский ученый, создал ряд механических устройств, включая автоматические музыкальные инструменты и часы, которые можно рассматривать как ранние примеры автоматизации.

В 18 веке были созданы механические автоматы, способные имитировать действия живых существ. Известными примерами являются шахматный турок Вольфганга фон Кемпелена и пишущий мальчик Жака де Вокансона. Эти изобретения демонстрировали возможности механики и вызвали большой интерес к идеям автоматизации и искусственного разума.

Важным вкладом в развитие искусственного интеллекта стали работы в области математической логики и теории алгоритмов. Г. Кантор, Д. Гильберт, и особенно А. Тьюринг с его концепцией «машин Тьюринга», предоставили теоретические основы для понимания возможностей и ограничений машинного разума. Теоретические изыскания, заложившие основу для создания ИИ, представляют собой важные научные открытия и разработки, которые оказали значительное влияние на понимание возможностей машинного мышления и на разработку алгоритмов и компьютерных систем, способных к выполнению задач, требующих интеллектуальных усилий. Ниже приведены ключевые теоретические работы и концепции, которые послужили основой для развития ИИ.

Британский математик и логик, А. Тьюринг предложил концепцию машины Тьюринга - абстрактного вычислительного устройства, способного моделировать любой алгоритмический процесс. В своей работе «Вычислительные машины и разум» он предложил эксперимент, известный как тест Тьюринга, который был задуман для определения, может ли машина имитировать человеческое мышление настолько убедительно, что человек не сможет отличить её от другого человека. Теоретические основы создал К. Шеннон, что стало критически важным для развития вычислительной техники и искусственного интеллекта. Он внес значительный вклад в развитие теории информации, особенно его работа «Математическая теория связи», которая заложила основы для изучения передачи данных и кодирования информации. Эта теория стала критически важной для разработки алгоритмов обработки и анализа данных в ИИ. Дж. фон Нейман, вместе с О. Моргенштерном, разработал теорию игр, представленную в работе «Теория игр и экономическое поведение». Теория игр исследует стратегическое взаимодействие между рациональными участниками и нашла своё применение в ИИ для разработки систем

принятия решений и моделирования поведения. Н. Винер основал кибернетику, науку об управлении и коммуникации в живых организмах и машинах, что было изложено в его работе. Кибернетика стала основой для разработки алгоритмов машинного обучения и систем автоматического управления.

Работы по математической логике, особенно разработки К. Гёделя о неполноте и алгоритмических методах А. Чёрча, сыграли важную роль в формировании теоретического фундамента ИИ [Church, 1941; Gödel, 1931]. Эти исследования предоставили инструменты для формализации и анализа алгоритмов, что непосредственно связано с разработкой искусственного интеллекта.

Эти фундаментальные работы заложили теоретические основы для последующего развития искусственного интеллекта, включая создание первых программируемых компьютеров и разработку алгоритмов машинного обучения, на которой строится современный ИИ, открывая путь к разработке машинного обучения, нейронных сетей и других технологий, лежащих в основе искусственного интеллекта.

Вторая половина XX века действительно стала «золотым веком» для искусственного интеллекта (ИИ), когда были заложены фундаментальные основы этой области, разработаны первые программные языки для ИИ и созданы ранние модели нейронных сетей.

Один из первых языков программирования LISP, разработанный Дж. Маккарти, стал одним из первых языков программирования, ориентированных на обработку символьной информации и вычисления с символьными выражениями, что обусловило его широкое использование в исследованиях по искусственному интеллекту [McCarthy, 1959]. Первые модели нейронных сетей, включая перцептрон, способные к обучению и распознаванию образов, заложили фундамент для развития области нейронных сетей и машинного обучения.

В 1959 г. А. Сэмюэл представил одну из первых программ машинного обучения, показавшую, как компьютер может с течением времени улучшать свои навыки в игре в шашки, что стало одним из ранних доказательств практической реализуемости машинного обучения. Исследования А. Ньюэлла и Г. А. Саймона, включая разработку программы «Логический теоретик», внесли весомый вклад в развитие когнитивных наук и искусственного интеллекта, расширяя понимание механизмов человеческого мышления и способствуя созданию интеллектуальных систем.

В контексте развития искусственного интеллекта (ИИ) в России заметную роль сыграли достижения выдающихся отечественных ученых, чьи труды существенно повлияли на формирование и прогресс в этой сфере. Вот ключевые представители российской науки и их вклад в развитие ИИ:

А. Ершов оставил заметный след в области программирования и ИИ, создав один из первых алгоритмических языков программирования — Альфа, и внес значительный вклад в автоматизацию программирования и создание систем автоматического доказательства теорем, что стало важной ступенью в развитии ИИ в СССР. В. Глушков предложил теоретические основы для создания систем управления на компьютере и заложил концепцию ОГАС — одного из первых проектов национальной информационной сети. А. Летичевский внес вклад в теорию систем и моделирование сложных систем, применимых в ИИ, его исследования по формализации процессов мышления и созданию интеллектуальных систем способствовали разработке методик ИИ [Letichevsky, Gilbert, 1998].

В заключение следует подчеркнуть, что вклад этих ученых и результаты их научной деятельности сыграли критически важную роль в эволюции искусственного интеллекта. Их

научные труды стали фундаментом для широкого спектра современных исследований и разработок в домене ИИ, охватывающих такие направления, как машинное обучение, анализ естественного языка, создание экспертных систем и многое другое.

Термин "искусственный интеллект" (ИИ) приобретает различные определения в зависимости от научного подхода и контекста использования. Разнообразие научных школ и направлений в исследовании ИИ привносит уникальные акценты в его трактовку, освещая многообразие задач, методологий и целей, связанных с ИИ.

Технический подход акцентируется на использовании конкретных алгоритмов, техник машинного и глубокого обучения, нейронных сетей и других технологий для выполнения задач, требующих интеллектуальных усилий [Любимов, 2013; Любимов, 2011]. Согласно этому подходу, ИИ рассматривается как совокупность компьютерных систем, способных осуществлять действия, традиционно ассоциируемые с человеческим интеллектом, включая восприятие, рассуждение, обучение и принятие решений. Значительные вклады в эту область внесли Дж. Хинтон в разработку нейронных сетей и алгоритмов глубокого обучения [Hinton, Salakhutdinov, 2006], Я. Лекун в области сверточных нейронных сетей, что послужило основой для систем машинного зрения [Le Cun et al., 1998], и Д. Хассабис, основатель DeepMind, который продвинул разработку самообучающихся алгоритмов ИИ [Mnih et al., 2015].

Когнитивный подход сосредотачивается на имитации человеческого мышления и психологических процессов, исследуя возможности машин "понимать" и "ощущать" лежащие за этим процессы. ИИ в этом контексте видится как система, обладающая когнитивными функциями, такими как обучение, запоминание, восприятие и рассуждение. Важные исследования в этой области провели М. Мински, исследуя возможности машинного мышления [Minsky, 1986], и Дж. Маккарти, который ввел сам термин "искусственный интеллект" и занимался вопросами представления знаний [McCarthy, 1959], а также А. Ньюэлл и Г. А. Саймон, разработавшие программы, моделирующие решение задач человеком [Newell, Simon, 1972].

Функциональный подход определяет ИИ через его способность выполнять определенные функции и задачи, рассматривая его как инструмент для решения специфических интеллектуальных задач, таких как обработка естественного языка, распознавание образов, игра в игры и решение комплексных проблем [Шинкарецкая, 2019]. Вклад в этот подход внесли Э. В. Дейкстра, разработавший алгоритмы и программные архитектуры, Н. Вирт, содействовавший созданию языков программирования, и Т. М. Митчелл, проведший исследования в машинном обучении.

Философский подход исследует глубинные вопросы природы интеллекта, сознания и взаимодействия человеческого и машинного разума, задаваясь вопросами о возможности ИИ обладать сознанием, самосознанием или эмоциями и рассматривая этические и моральные аспекты использования ИИ. В этом контексте выделяются работы Д. Деннета, исследующего сознание [Dennett, 1996], и Н. Бострома, обсуждающего будущее ИИ [Bostrom, 2014].

Прагматический подход фокусируется на практической полезности ИИ и его влиянии на решение реальных задач в различных областях жизни. Выдающимся вкладом является работа П. Норвига, соавтора учебника по ИИ, и исследования в области машинного и глубокого обучения, внесенные основателем Google Brain Дж. Хинтоном, внесшим значительный вклад в развитие глубокого обучения и нейронных сетей, что имело огромное практическое значение для развития ИИ.

Каждый из этих подходов вносит свой вклад в понимание и определение искусственного интеллекта, подчеркивая его многоаспектность и многогранность.

Эти примеры демонстрируют разнообразие подходов к исследованиям в области искусственного интеллекта и многоаспектность этой дисциплины. Существенное влияние на экономическую жизнь современных государств оказывает искусственный интеллект, который активно применяется в образовании, медицине, сельском хозяйстве, энергетике, промышленности и транспорте, что не может не оказывать существенного влияния и на научные исследования в рассматриваемых сферах [Минаков, Суглобов, 2021; Право и экономическое развитие..., 2023]. В этой связи, неизбежно претерпевает изменения и методология научного познания, в известную цепочку действий ученого от наблюдения до эксперимента внедряется компьютерное моделирование.

Еще одной отличительной особенностью науки 21 века является то, что наиболее успешно развиваются междисциплинарные научные исследования, потенциал которых раскрывается именно в интеграционных возможностях цифровизации и использования искусственного интеллекта.

Искусственный интеллект (ИИ) находит своё применение в научных исследованиях по всему миру, открывая новые возможности для открытий и инноваций. Использование искусственного интеллекта оказывает значительное влияние на процесс научных исследований, трансформируя традиционные методы работы и открывая новые горизонты для открытий. Понимание влияния искусственного интеллекта (ИИ) на научные исследования лучше всего можно получить, рассмотрев конкретные работы, демонстрирующие его применение в различных областях науки.

Вот основные аспекты этого влияния: 1) ускорение исследований; 2) повышение точности; 3) автоматизация рутинных задач; 4) новые методы исследований; 5) персонализация и точная медицина; 6) улучшение взаимодействия и сотрудничества; этические и социальные вопросы.

Искусственный интеллект способен обрабатывать и анализировать большие объемы данных гораздо быстрее, чем человек, что существенно сокращает время на исследования. Это особенно важно в областях, где требуется работа с большими наборами данных, таких как генетика, климатические исследования и астрономия. В качестве примера можно привести проект AlphaFold от DeepMind, который демонстрирует, как ИИ может радикально ускорить научные открытия, предсказывая структуру белков с высокой точностью. Это открытие имеет огромное значение для биологии и медицины, поскольку понимание структуры белка является ключом к разработке новых лекарств.

Методы машинного обучения и глубокого обучения позволяют улучшить точность анализа данных, выявляя сложные закономерности и связи, которые могут оставаться незамеченными при традиционных подходах. В медицине, например, ИИ используется для анализа изображений, таких как МРТ и рентген, для более точной диагностики. Использование ИИ в астрономии для анализа данных с телескопов.

Искусственный интеллект преобразует способ проведения научных исследований, автоматизируя стандартные и повторяющиеся задачи вроде сортировки данных и управления экспериментальным оборудованием, тем самым освобождая исследователей для занятий более сложными аналитическими и творческими задачами. Примером такой инновации является разработка университетом Ливерпуля робота-химика, способного проводить эксперименты быстрее человека [Burger et al., 2020].

Искусственный интеллект открывает новые подходы и методы для исследований через симуляции и моделирование сложных систем, превосходя пределы возможностей без его применения [Прончев и др., 2014]. Он используется для моделирования климатических

изменений, предоставляя более точные и эффективные прогнозы. В медицинских исследованиях ИИ способствует разработке индивидуализированных лечебных планов на основе анализа генетических и клинических данных, улучшая понимание генетических основ заболеваний [Alipranchi et al., 2015].

Также искусственный интеллект улучшает кооперацию между исследовательскими группами, предлагая платформы для обмена знаниями и совместной работы, как это делает Zooniverse, облегчая обработку и анализ больших объемов данных.

Ключевые научные направления использования искусственного интеллекта включают:

Анализ больших данных. Искусственный интеллект обрабатывает и интерпретирует массивы данных, собираемые в таких областях, как геномика и астрономия, выявляя генетические маркеры заболеваний и улучшая медицинскую диагностику.

Симуляция и моделирование. Создание виртуальных экспериментов в областях, где реальные испытания невозможны или экономически нецелесообразны, например, в физике высоких энергий и химии. Работа DeepMind по разработке AlphaGo подчеркивает потенциал ИИ в обучении и симуляции стратегических игр.

Предсказательный анализ. Прогнозирование будущих событий, от климатических изменений до социально-экономических тенденций, на основе исторических данных.

Автоматизация экспериментов. Роботизированные системы, управляемые ИИ, проводят химические эксперименты и анализ результатов, ускоряя научные открытия.

Распознавание образов. Анализ изображений и видео в астрономии, медицине и экологии для идентификации объектов, и структур.

Поддержка принятия решений. ИИ анализирует данные, предоставляя рекомендации для выбора направлений в исследованиях и разработках, особенно в областях, требующих комплексного анализа и оценки перспектив.

Эти подходы иллюстрируют значительный вклад ИИ в ускорение научного прогресса, повышение точности и эффективности исследований, а также открывают новые возможности для инноваций и открытий в различных областях науки.

Использование искусственного интеллекта в научных исследованиях представляет собой как значительные возможности для прогресса, так и этические и социальные вызовы [Barocas, Selbst, 2016; Hinton, Osindero, Teh, 2006; King et al., 2009]. Вопросы, касающиеся конфиденциальности данных, предубеждений в алгоритмах и определения ответственности за действия, выполненные с помощью искусственного интеллекта, требуют тщательного обсуждения и разработки соответствующих правовых рамок [Любимов, Майстренко, 2023; Любимов, Пономарев, Барабашев, 2019].

Интеграция искусственного интеллекта в научную деятельность открывает новые горизонты для ускорения научных открытий, повышения точности исследований и исследования новых территорий знаний. Понимание вклада искусственного интеллекта в науку обогащается через анализ специфических случаев его применения в различных дисциплинах.

Данное исследование позволило сформулировать следующие выводы:

Исторический обзор возникновения и развития искусственного интеллекта выявил, что устремления к моделированию человеческого разума и созданию интеллектуальных систем прослеживаются на протяжении всей истории человечества, начиная от первых автоматов и заканчивая современными компьютерными технологиями. Особенно заметен скачок в развитии ИИ во второй половине XX века, когда были созданы первые программы, способные выполнять задачи, традиционно приписываемые человеческому уму.

Заключение

Изучение достижений, ведущих ученых в области теоретических основ и практического применения искусственного интеллекта позволила выделить ключевых деятелей, чьи труды положили фундамент для множества направлений современных исследований. Исследования Алана Тьюринга, Джона Маккарти, Марвина Мински и других значительно продвинули понимание искусственного интеллекта, предоставив ему необходимую теоретическую базу и прикладные методики.

Анализ научных подходов к использованию искусственного интеллекта в исследованиях обнаружил его многоаспектное применение в различных сферах науки, что включает обработку больших объемов данных и создание комплексных моделей. Искусственный интеллект способствует более быстрому и точному проведению научных экспериментов, что ускоряет научный прогресс.

Изучение влияния искусственного интеллекта на научную методологию подчеркнуло его роль в преодолении ранее недостижимых исследовательских барьеров, расширяя таким образом границы знания [Прончев, 2022a; Прончев, 2022b]. Искусственный интеллект не только оптимизирует анализ данных, но и открывает новые исследовательские направления за счет автоматизации и внедрения инновационных подходов.

Библиография

1. Любимов А. П. Перспективы создания российских инновационных кластеров // Представительная власть — XXI век. 2013. № 5-6. С. 14-19.
2. Любимов А. П. Формирование национальной концепции инновационной системы России (Ч. 1) // Представительная власть — XXI век. 2011. № 7-8. С. 24-29.
3. Любимов А. П., Майстренко Г. А. Перспективы искусственного интеллекта в России и за рубежом // Философия науки и техники. 2023. Т. 28, № 1. С. 121-132.
4. Любимов А. П., Пономарев Д. В., Барабашев А. Г. Основные понятия искусственного интеллекта: Монография. Москва: Сам полиграфист, 2019. 116 с.
5. Минаков А. В., Суглобов А. Е. Развитие и проблемы цифровизации банковских услуг // Modern Economy Success. 2021. № 4. С. 88-102.
6. Право и экономическое развитие: актуальные вопросы: Монография / В. Б. Батиевская, М. В. Келехсаева, Т. Е. Ситохова [и др.]; Гл. ред. Э. В. Фомин. Чебоксары: Среда, 2023. 196 с.
7. Прончев Г. Б. Становление электронно-цифровой цивилизации: ключевые понятия. Ч. 1 // Общество: социология, психология, педагогика. 2022. № 6. С. 47-57.
8. Прончев Г. Б. Становление электронно-цифровой цивилизации: ключевые понятия. Ч. 2 // Теория и практика общественного развития. 2022. № 7. С. 47-56.
9. Прончев Г. Б., Лонцов В. В., Монахов Д. Н., Монахова Г. А. Проблемы безопасности информационного общества современной России: Монография. Москва: Экон-Информ, 2014. 215 с.
10. Шинкарецкая Г. Г. Цифровизация — глобальный тренд мировой экономики // Образование и право. 2019. № 8. С. 119-123.
11. Alipanahi B., DeLong A., Weirauch M. et al. Predicting the sequence specificities of DNA- and RNA-binding proteins by deep learning // Nature Biotechnology. 2015. Vol. 33. P. 831-838.
12. Barocas S., Selbst A. D. Big data's disparate impact // California Law Review. 2016. Vol. 104.
13. Bostrom N. Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies. Oxford University Press, 2014.
14. Burger B., Maffettone P. M., Gusev V. V., et al. A mobile robotic chemist // Nature. 2020. Vol. 583, № 7815. P. 237-241.
15. Church A. The Calculi of Lambda-Conversion // Annals of Mathematics Studies. 1941. № 6. Princeton University Press.
16. Dennett D. C. Kinds of Minds: Towards an Understanding of Consciousness. Basic Books, 1996.
17. Dijkstra E. W. A note on two problems in connexion with graphs // Numerische Mathematik. 1959. Vol. 1, № 1. P. 269-271.
18. Esteva A., Kuprel B., Novoa R. A., et al. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks // Nature. 2017. Vol. 542. P. 115-118.
19. Gödel K. Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme I // Monatshefte für Mathematik und Physik. 1931. Vol. 38, № 1. P. 173-198.

20. Hinton G. E., Osindero S., Teh Y. W. A fast learning algorithm for deep belief nets // *Neural Computation*. 2006. Vol. 18, № 7. P. 1527-1554.
21. Hinton G. E., Salakhutdinov R. R. Reducing the dimensionality of data with neural networks // *Science*. 2006. Vol. 313, № 5786. P. 504-507.
22. Jumper J., Evans R., Pritzel A. et al. Highly accurate protein structure prediction with AlphaFold // *Nature*. 2021. Vol. 596. P. 583-589.
23. King R. D., Rowland J., Oliver S. G., et al. The Automation of Science // *Science*. 2009. Vol. 324, № 5923. P. 85-89.
24. Le Cun Y., Bengio Y., Hinton G. Deep learning // *Nature*. 2015. Vol. 521. P. 436-444.
25. Le Cun Y., Bottou L., Bengio Y., Haffner P. Gradient-based learning applied to document recognition // *Proceedings of the IEEE*. 1998. Vol. 86, № 11. P. 2278-2324.
26. Letichevsky A., Gilbert D. A general theory of action languages // *Кибернетика и Системный Анализ*. 1998. № 1.
27. McCarthy J. Programs with common sense // *Proceedings of the Teddington Conference on the Mechanization of Thought Processes*. 1959. P. 75-91.
28. McCarthy J. Recursive Functions of Symbolic Expressions and Their Computation by Machine, Part I // *Communications of the ACM*. 1960. Vol. 3, № 4. P. 184-195.
29. Minsky M. *The Society of Mind*. New York: Simon and Schuster, 1986.
30. Mitchell T. M. *Machine Learning*. McGraw Hill, 1997.
31. Mnih V., Kavukcuoglu K., Silver D., et al. Human-level control through deep reinforcement learning // *Nature*. 2015. Vol. 518, № 7540. P. 529-533.
32. Newell A., Simon H. A. *Human Problem Solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1972.

Historical Aspects of the Emergence of Artificial Intelligence Technology and Its Genesis

Sergei V. Zhuchkov

Postgraduate Student,
Moscow Polytechnic University,
107023, 38, Bolshaya Semyonovskaya str., Moscow, Russian Federation;
e-mail: svzhuchkov@gmail.com

Abstract

The author notes that the study of artificial intelligence appears to be a critically important element in the development of modern scientific thought, offering new research methods. Attention is focused on the fact that, thanks to artificial intelligence, the scientific community gains the opportunity to make discoveries that contribute to a deep understanding of complex phenomena, which is a driving force of scientific progress and its application in human practical activity. It is stated that the possibilities when using the latest information and communication technologies with artificial intelligence create prerequisites for the effective development of the digital economy.

For citation

Zhuchkov S.V. (2026) Istoricheskiye aspekty zarozhdeniya tekhnologii iskusstvennogo intellekta i yego genesis [Historical Aspects of the Emergence of Artificial Intelligence Technology and Its Genesis]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 16 (1A), pp. 773-781. DOI: 10.34670/AR.2026.74.83.079

Keywords

Artificial intelligence, development, field, approach, contribution, deep learning.

References

1. Alipanahi, B., Delong, A., Weirauch, M., et al. (2015). Predicting the sequence specificities of DNA- and RNA-binding proteins by deep learning. *Nature Biotechnology*, 33, 831-838.
2. Barocas, S., & Selbst, A. D. (2016). Big data's disparate impact. *California Law Review*, 104.
3. Bostrom, N. (2014). *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*. Oxford University Press.
4. Burger, B., Maffettone, P. M., Gusev, V. V., et al. (2020). A mobile robotic chemist. *Nature*, 583(7815), 237-241.
5. Church, A. (1941). The Calculi of Lambda-Conversion. *Annals of Mathematics Studies*, (6). Princeton University Press.
6. Dennett, D. C. (1996). *Kinds of Minds: Towards an Understanding of Consciousness*. Basic Books.
7. Dijkstra, E. W. (1959). A note on two problems in connexion with graphs. *Numerische Mathematik*, 1(1), 269-271.
8. Esteva, A., Kuprel, B., Novoa, R. A., et al. (2017). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*, 542, 115-118.
9. Gödel, K. (1931). Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme I. *Monatshefte für Mathematik und Physik*, 38(1), 173-198.
10. Hinton, G. E., Osindero, S., & Teh, Y. W. (2006). A fast learning algorithm for deep belief nets. *Neural Computation*, 18(7), 1527-1554.
11. Hinton, G. E., & Salakhutdinov, R. R. (2006). Reducing the dimensionality of data with neural networks. *Science*, 313(5786), 504-507.
12. Jumper, J., Evans, R., Pritzel, A., et al. (2021). Highly accurate protein structure prediction with AlphaFold. *Nature*, 596, 583-589.
13. King, R. D., Rowland, J., Oliver, S. G., et al. (2009). The Automation of Science. *Science*, 324(5923), 85-89.
14. Le Cun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521, 436-444.
15. Le Cun, Y., Bottou, L., Bengio, Y., & Haffner, P. (1998). Gradient-based learning applied to document recognition. *Proceedings of the IEEE*, 86(11), 2278-2324.
16. Letichevsky, A., & Gilbert, D. (1998). A general theory of action languages. *Cybernetics and Systems Analysis*, (1).
17. Lyubimov, A. P. (2011). Formirovaniye natsionalnoy kontseptsii innovatsionnoy sistemy Rossii (Ch. 1) [Formation of the national concept of the innovation system of Russia (Part 1)]. *Predstavitel'naya vlast' — XXI vek*, (7-8), 24-29.
18. Lyubimov, A. P. (2013). Perspektivy sozdaniya rossiyskikh innovatsionnykh klasterov [Prospects for creating Russian innovation clusters]. *Predstavitel'naya vlast' — XXI vek*, (5-6), 14-19.
19. Lyubimov, A. P., & Maystrenko, G. A. (2023). Perspektivy iskusstvennogo intellekta v Rossii i za rubezhom [Prospects of artificial intelligence in Russia and abroad]. *Philosophy of Science and Technology*, 28(1), 121-132.
20. Lyubimov, A. P., Ponomarev, D. V., & Barabashev, A. G. (2019). *Osnovnyye ponyatiya iskusstvennogo intellekta* [Basic concepts of artificial intelligence]. Sam poligrafist.
21. Minakov, A. V., & Suglobov, A. E. (2021). Razvitiye i problemy tsifrovizatsii bankovskikh uslug [Development and problems of digitalization of banking services]. *Modern Economy Success*, (4), 88-102.
22. Minsky, M. (1986). *The Society of Mind*. Simon and Schuster.
23. Mitchell, T. M. (1997). *Machine Learning*. McGraw Hill.
24. Mnih, V., Kavukcuoglu, K., Silver, D., et al. (2015). Human-level control through deep reinforcement learning. *Nature*, 518(7540), 529-533.
25. Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human Problem Solving*. Prentice-Hall.
26. *Pravo i ekonomicheskoye razvitiye: aktualnyye voprosy* [Law and economic development: current issues]. (2023). E. V. Fomin (Ed.). Sreda.
27. Pronchev, G. B. (2022a). Stanovleniye elektronno-tsifrovoy tsivilizatsii: klyuchevyye ponyatiya. Ch. 1 [Formation of electronic-digital civilization: key concepts. Part 1]. *Obshchestvo: sotsiologiya, psikhologiya, pedagogika*, (6), 47-57.
28. Pronchev, G. B. (2022b). Stanovleniye elektronno-tsifrovoy tsivilizatsii: klyuchevyye ponyatiya. Ch. 2 [Formation of electronic-digital civilization: key concepts. Part 2]. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya*, (7), 47-56.
29. McCarthy J. Programs with common sense // Proceedings of the Teddington Conference on the Mechanization of Thought Processes. 1959. P. 75-91.
30. McCarthy J. Recursive Functions of Symbolic Expressions and Their Computation by Machine, Part I // Communications of the ACM. 1960. Vol. 3, № 4. P. 184-195.
31. Pronchev, G. B., Lontsov, V. V., Monakhov, D. N., & Monakhova, G. A. (2014). *Problemy bezopasnosti informatsionnogo obshchestva sovremennoy Rossii* [Security problems of the information society in modern Russia]. Ekon-Inform.
32. Shinkaretskaya, G. G. (2019). Tsifrovizatsiya — globalnyy trend mirovoy ekonomiki [Digitalization as a global trend in the world economy]. *Obrazovaniye i pravo*, (8), 119-123.