



СЕНТЯБРЬ 2025 | ВЫПУСК №1

КИБЕРНАУКА

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ
ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ



<http://cybernauka.ru/>

**НАУЧНАЯ ОБЩЕСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ НАУКА**

КИБЕРНАУКА

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ

№ 1/2025

www.cybernauka.ru

Нижний Новгород, 2025

УДК 004

ББК 30

Международный научный электронный журнал «Кибернаука», Нижний Новгород:
НОО «Профессиональная наука» - №1 - 2025. – 45 с.

ISSN 3033-8131

Статьи журнала содержат информацию, охватывающие исследования в области взаимодействия человека, технологий и социокультурной среды в условиях цифровой трансформации.

Журнал открыт для исследователей, преподавателей, аспирантов и практиков, заинтересованных в осмыслении роли технологий в современном мире.

Все включенные в журнал статьи прошли научное рецензирование и опубликованы в том виде, в котором они были представлены авторами. За содержание статей ответственность несут авторы.

Электронная версия журнала находится в свободном доступе на сайте www.cybernauka.ru

УДК 004

ББК 30

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Краснова Наталья Александровна — кандидат экономических наук, доцент, руководитель НОО «Профессиональная наука»

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

1. **Тойгамбаев Серик Кокибаевич** — кандидат технических наук, доцент. Член Союза журналистов России, Академик Международной общественной академии экологической безопасности природообустройства (МОАЭБП). профессор кафедры техническая эксплуатация технологических машин и оборудования природообустройства, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

2. **Сагитов Рамиль Фаргатович** — кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе в ООО «Научно-исследовательский и проектный институт экологических проблем», г. Оренбург

3. **Бюллер Елена Александровна** — кандидат экономических наук, доцент. ФГБОУ ВО «Адыгеский государственный университет»

4. **Тимчук Оксана Григорьевна** — кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономики и цифровых бизнес-технологий». Иркутский национальный исследовательский технический университет

5. **Тихалева Елена Юрьевна** — кандидат юридических наук, доцент. Сотрудник Академии ФСО России

6. **Краснов Андрей Николаевич** — специалист в области математики, физики, программирования, старший программист АО «Intel»

**Материалы печатаются с оригиналов, поданных в оргкомитет,
ответственность за достоверность информации несут авторы статей**

© НОО Профессиональная наука, 2015-2025

Оглавление

БИОИНФОРМАТИКА И БИОКИБЕРНЕТИКА, НЕЙРОТЕХНОЛОГИИ, РОБОТОТЕХНИКА, VR/AR, КВАНТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ..... 6

Lipatov M.S., Kozlov V.V. Russia's fuel and energy complex in the era of agglomeration growth and digital transformation 6

Литвинова А.В., Чиликанова Д.А. Применение искусственного интеллекта в 3d моделировании и аддитивных технологиях 13

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ..... 19

Kustova V.A., Kaztaeva J.M. The impact of artificial intelligence and cloud technologies on the business landscape 19

Гаврилина П.А., Нечитайлов В.В. Применение методов искусственного интеллекта для оптимизации технологических процессов в целлюлозно-бумажном производстве 24

Коновалова В.К., Нечаева В.В. Новые технологии в ритейле: использование больших данных и ИИ для улучшения сервиса..... 31

КИБЕРЭКОНОМИКА И ЭКОНОМИКА ДАННЫХ 38

Шавелкова В.В. Экономическая эффективность акселерационных моделей STEM-образования: Преодоление кадрового дефицита через интенсификацию обучения 3D-проектированию..... 38

БИОИНФОРМАТИКА И БИОКИБЕРНЕТИКА, НЕЙРОТЕХНОЛОГИИ, РОБОТОТЕХНИКА, VR/AR, КВАНТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

УДК 004.832.28

**Lipatov M.S., Kozlov V.V. Russia's fuel and energy complex in the era of
agglomeration growth and digital transformation**

Lipatov Maxim Sergeevich,

Senior Lecturer of the Department of Heat Power Installations and Heat Engines,
St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design.
Higher School of Technology and Energy

Kozlov Valery Vyacheslavovich,

Student of the Department of Industrial Thermal Power Engineering,
St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design.
Higher School of Technology and Energy

Abstract. *The article analyzes the impact of agglomeration processes on the development of Russia's fuel and energy complex. It emphasizes that large urban agglomerations are becoming key centers of scientific, intellectual, and financial capital, contributing to the implementation of high-tech solutions, improving energy efficiency, and digitalizing energy infrastructure. Special attention is given to the issues of cybersecurity of critical fuel and energy facilities, as well as the challenges associated with uneven territorial development, infrastructure overload, and depopulation of remote regions.*

Keywords: *fuel and energy complex, agglomeration, energy efficiency, digital transformation, and cybersecurity.*

Рецензент: Торопцев Василий Владимирович - кандидат технических наук, доцент.
ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

Russia's fuel and energy complex remains the foundation of the national economy, ensuring the functioning of productive forces, generating a significant share of export earnings and determining the country's geopolitical position. Under the conditions of sanctions pressure, global energy transition and technological competition, the fuel and energy complex faces the need not only to maintain current production volumes, but also to radically modernize its production and management processes through the introduction of advanced information and cyber technologies.

In recent years, the trend of spatial concentration of the population and economic activity has intensified in Russia. The unification of neighboring settlements into agglomerations - territorial formations with close industrial, infrastructural, socio-economic and labor ties - creates new conditions for the development of the fuel and energy sector. The

key features of such zones are compactness, 1.5-hour accessibility, high population density, integrity of labor and real estate markets, as well as multicomponent and dynamic development [1].

Agglomerations act as powerful innovation hubs where scientific, educational and industrial resources are concentrated. This is where infrastructure is most effectively developed, logistics costs are reduced, production processes are optimized and resource efficiency is increased. Thanks to the "pendulum" migration and concentration of qualified personnel, agglomerations are becoming attractive for energy companies seeking to implement digital solutions and automate the processes of extraction, processing and transportation of energy resources.

Russia has one of the largest reserves of fossil fuels in the world. According to Rosnedra and the Ministry of Energy at the end of 2024, the structure of proven reserves in oil equivalent is as follows: coal — 68.2%, natural gas - 27.1%, oil - 7.4% [2]. The country ranks first in the world in terms of natural gas and coal reserves. In addition, Russia is among the top five in terms of uranium reserves: according to the IAEA estimates (2024) - 503 thousand tons, according to the State Balance Sheet of the Russian Federation - 331 thousand tons. These resources make it possible to develop both traditional and nuclear energy, including within the framework of a low-carbon strategy [3].

Unconventional energy resources are of particular importance. Russia has the world's largest reserves of hard-to-recover oil (Bazhenovskaya and Domanik formations) and significant resources of shale gas [4]. However, their development is impossible without the use of high-tech solutions such as horizontal drilling, multi-stage hydraulic fracturing, as well as digital platforms for modeling geological processes in real time.

Figures 1-5 illustrate the territorial distribution of the main fuel and energy sector infrastructure facilities: from traditional oil and gas production (Fig. 1, 2) to projects for the development of unconventional resources (Fig. 3), the location of thermal power plants (Fig. 4) and the development of renewable energy (Fig. 5).



Figure 1. The main infrastructure facilities of the fossil fuel sector in Russia: conventional oil

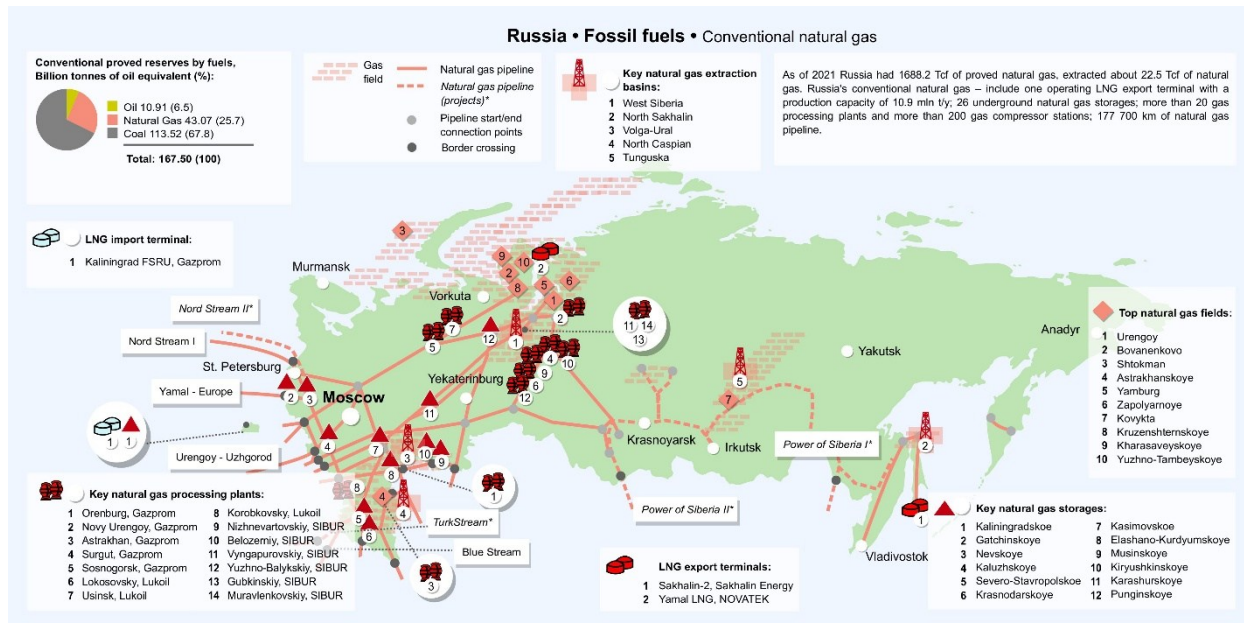


Figure 2. The main infrastructure facilities of the fossil fuel sector in Russia: natural gas



Figure 3. Main infrastructure facilities of the fossil fuel sector in Russia: unconventional resources

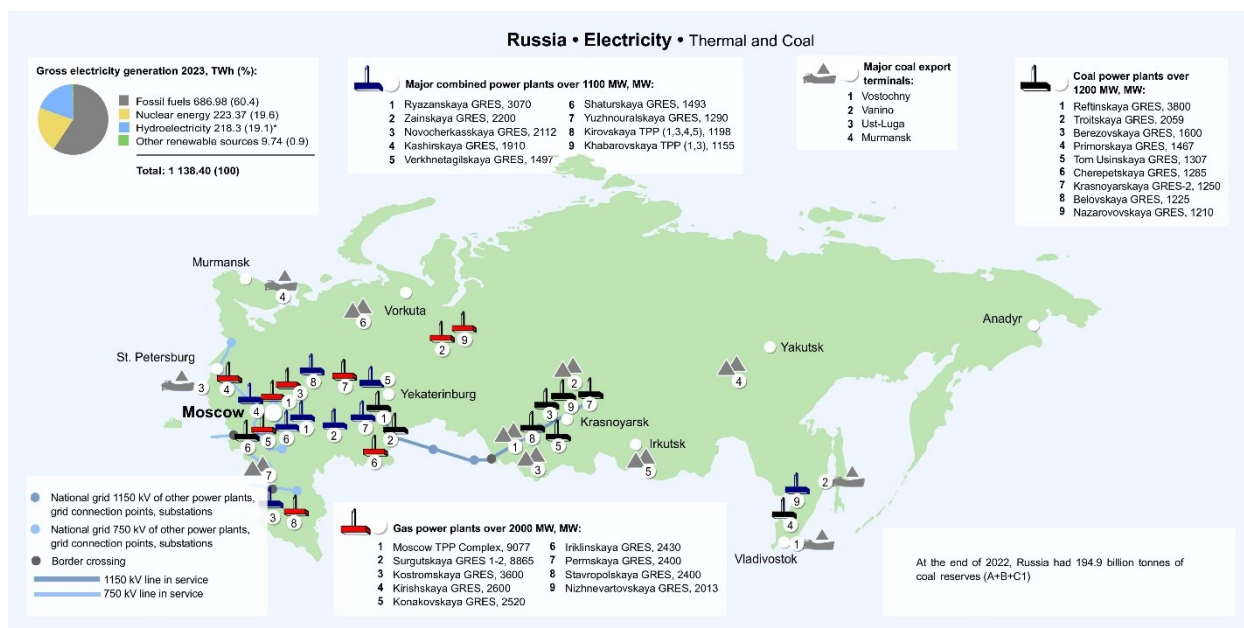


Figure 4. Main infrastructure facilities of the fossil fuel sector in Russia: thermal power plants

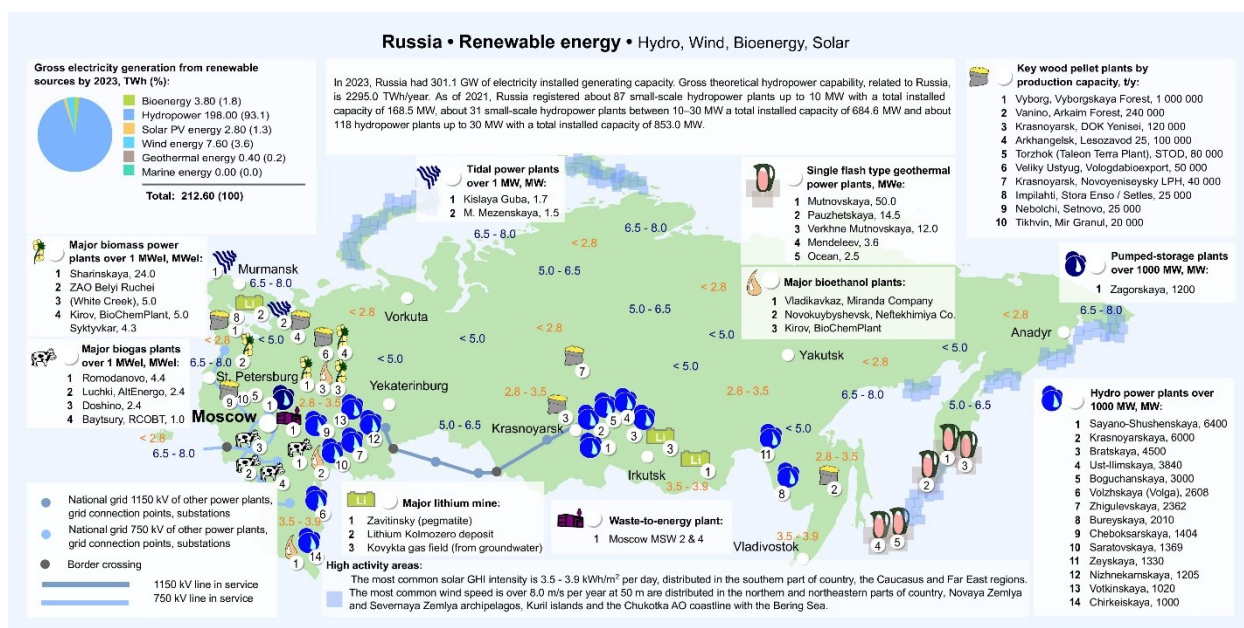


Figure 5. The main infrastructure facilities of the fossil fuel sector in Russia: renewable energy sources

Increasing energy efficiency is becoming a critical task of the modern fuel and energy complex. In 2024, the energy intensity of Russia's GDP decreased by 3.2% compared to 2023, which brings the country closer to the goal of reducing by 11.1% by 2030 (relative to the level of 2019) [5]. This progress is achieved through the modernization of equipment, the introduction of intelligent control systems (Smart Grid), digital counterparts of industrial facilities and distributed generation.

Special attention is being paid to information and cyber technologies today. Digitalization of the fuel and energy sector includes not only process automation, but also the creation of secure, resilient control systems. Given that energy infrastructure is one of the objects of critical information infrastructure, cybersecurity issues come to the fore. Russian energy companies are actively developing their own cyber threat monitoring centers, implementing intrusion detection systems (IDS/IPS), and using artificial intelligence-based solutions to analyze anomalies in equipment and networks [6].

Innovation clusters are being created in large agglomerations such as Moscow, St. Petersburg, Novosibirsk, Yekaterinburg and Kazan, where energy engineers, IT specialists, scientists and engineers work together. It develops domestic software systems for well management, robotic complexes for pipeline diagnostics, as well as platforms for predicting emergency situations using machine learning. Digital independence in these areas is becoming not just a technological, but a strategic national security objective.

However, agglomeration development is also fraught with serious challenges. Population growth leads to an overload of transport and energy networks, a decrease in the quality of public and social services, an increase in emissions and an increase in social tension. The problem of fragmented governance is particularly acute: inter-municipal bodies often do not have real powers and resources to coordinate infrastructure development [4]. In addition, agglomerations "suck out" the population from small towns and villages, which leads to their gradual extinction, especially in Siberia and the Far East.

The State responds to these challenges through national projects "Housing and Urban environment", "Digital Economy" and "Ecology", as well as through the development of a legal framework in the field of spatial planning. Nevertheless, there is a growing need to adopt a federal law on agglomerations that would establish common principles for managing, financing and coordinating the development of these territories.

Thus, the future of the Russian fuel and energy complex is determined not so much by production volumes as by the ability to integrate science, high technologies and principles of sustainable development. Agglomerations, despite the associated risks, are becoming the engines of this transformation. Success will depend on how effectively technological breakthroughs in the energy sector can be combined with social and territorial justice, ensuring not only energy security, but also the quality of life in all corners of the country.

References

1. Malinovskaya, I. N. Digital transformation of the fuel and energy complex of Russia: problems and prospects / I. N. Malinovskaya, V. I. Galiguzov, A. G. Vdovchenko // Managerial accounting. – 2025. – № 2. – pp. 119-126.
2. Aminov, K. A. Digital transformation strategies using the example of fuel and energy complex companies / K. A. Aminov, E. E. Kolontaevskaya, E. B. Khomenko // Digital economy: prospects for development and improvement : Collection of scientific articles of the 5th International Scientific and Practical Conference, Kursk, May 29, 2025. Kursk: ZAO Universitetskaya Kniga, 2025, pp. 28-31
3. Kozlov, V. V. Digital transformation of the fuel and energy complex of Russia / V. V. Kozlov, V. K. Konovalova // Original research. – 2025. – Vol. 15, No. 2. – pp. 272-279.
4. Galiulina, A. R. Prospects and risks of digital transformation in the fuel and energy sector / A. R. Galiulina // Technological sovereignty and digital transformation : Proceedings of the International Scientific and technical conference, Kazan, April 03, 2025. Kazan: Kazan State Power Engineering University, 2025, pp. 92-94.

5. The impact of digital transformation processes on the development of the market of material and technical resources and equipment for the fuel and energy complex / I. M. Ishmaev, R. I. Malikov, R. I. Lukmanov, V. K. Gan // Science today: theory and practice : Collection of scientific articles of the XII International Scientific and Practical Conference, Ufa, March 21, 2024 of the year. Ufa: Ufa State Petroleum Technical University, 2024, pp. 17-23.

6. Krotova, M. A. Information security and digital transformation of enterprises of the fuel and energy complex of the Russian Federation / M. A. Krotova, A.D. Vinnikov // Actual issues of forming effective management systems for subjects of territorial reproductive complexes in the context of the need to ensure the economic sovereignty of the country : Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Krasnodar, January 19, 2024. Krasnodar: Krasnodar Central Research Institute - branch of the Federal State Budgetary Institution "REA" of the Ministry of Energy of the Russian Federation, 2024. pp. 359-364.

УДК 004.896

Литвинова А.В., Чиликанова Д.А. Применение искусственного интеллекта в 3d моделировании и аддитивных технологиях

The application of artificial intelligence in 3D modeling and additive technologies.

Литвинова Александра Владимировна,

Ст. преподаватель кафедры промышленного дизайна и медиатехнологий,
Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и
дизайна. Высшая школа технологии и энергетики

Чиликанова Дарья Андреевна,

Студент кафедры промышленного дизайна и медиатехнологий,
Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и
дизайна. Высшая школа технологии и энергетики

Litvinova Alexandra Vladimirovna,

Senior Lecturer of the Department of Industrial Design and Media,
St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design.

Higher School of Technology and Energy

Chilikanova Darya Andreevna,

Student of the Department of Industrial Design and Media Technologies,
St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design.

Higher School of Technology and Energy

Аннотация. В современной индустрии 3D дизайна и 3D моделирования наблюдается стремительная интеграция нейросетей - это технология позволяет создавать различные элементы, используя искусственный интеллект (ИИ). Нейросети могут обрабатывать большое количество данных, а также адаптироваться к изменяющимся условиям в реальном времени. Это позволяет значительно повысить эффективность и надежность работы особенно в области трёхмерного моделирования и аддитивных технологий (3D-печати). Данная работа рассматривает ключевые направления применения ИИ, их влияние на эффективность проектирования и перспективы развития.

Ключевые слова: аддитивные технологии, трехмерное моделирование, искусственный интеллект, 3D технологии, 3D печать

Abstract. In the modern 3D design and modelling industry, there is a rapid integration of neural networks – this technology allows for the creation of various elements using artificial intelligence (AI). Neural networks can process vast amounts of data and adapt to changing conditions in real time. This significantly enhances the efficiency and reliability of work, particularly in the fields of three-dimensional modelling and additive technologies (3D printing). This paper examines the key areas of AI application, their impact on design efficiency, and future development prospects.

Keywords: additive technologies, three-dimensional modelling, artificial intelligence, 3D technologies, 3D printing.

Рецензент: Торопцев Василий Владимирович - кандидат технических наук, доцент.
ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

Сегодня нейросети являются важной частью нашей жизни. Современный ИИ прочно вошел в повседневность, охватывая множество сфер - от здравоохранения и банковского дела до развлечений, виртуальной реальности и автоматизации производственных процессов. Особо актуальной остается задача эффективного применения их в 3D-моделировании и аддитивных технологиях (рис.1). Классические

подходы к этим процессам часто сталкиваются с ограничениями, снижая общую отдачу от производственных линий. В данной статье разберётся, как использование нейросетей может помочь революции 3D-моделирования и аддитивных технологий, чтобы добиться максимальной производительности в производственных процессах [1].

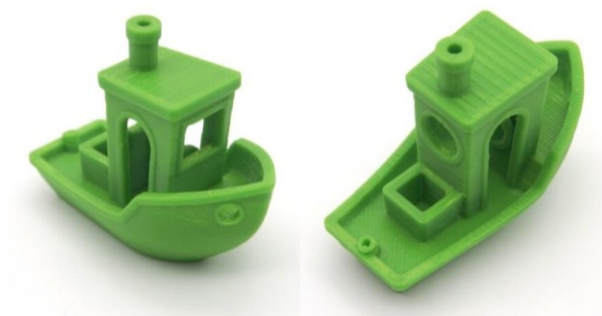


Рисунок 1. 3DBenchy, стандартная тестовая модель для 3D-печати.

Нейросети представляют собой компьютерные системы, вдохновленные принципами организации и работы человеческого мозга. Они способны обучаться, распознавать паттерны из данных и генерировать обоснованные выводы [2].

Нейросети классифицируют по типам задач, с которыми они работают:

- Многослойные перцептроны (MLP), или перцептроны, обрабатывают числовые данные;
- Свёрточные сети (CNN) впользуются для анализа визуальных изображений;
- Рекуррентные сети (RNN) собирают и обрабатывают информацию, которая меняется с течением времени;
- Генеративные модели (GAN) создают контент — тексты, изображения.

Из предыдущих типов задач следует сформировать преимущества искусственного интеллекта в дизайне и 3D моделировании:

- Эффективность и скорость. Искусственный интеллект берёт на себя трудоёмкие задачи, конвертацию форматов, тестирование вариантов и массовую генерацию альтернативных решений.
- Повышение креативности. Дизайнеры и инженеры получают мощный катализатор идей. ИИ анализирует миллионы возможных конфигураций и предлагает ряд неожиданных, но технически реализуемых решений.
- Системы ИИ собирают и обрабатывают информацию в реальном времени: от реакции пользователей до метрик вовлечённости и производительности. На основе этих данных автоматически корректируются параметры контента или продукта.

- **Доступность.** Теперь не нужно быть экспертом в 3D-моделировании, САПР (Системы Автоматизированного Проектирования) или графических редакторах, чтобы создавать профессиональный контент. Достаточно описать идею текстом или загрузить эскиз - ИИ сделает остальное [3].

3D-принтеры создают физические объекты из цифровых моделей, формируя их слой за слоем, и используют разные технологии в зависимости от задачи: FDM плавит пластиковую нить (например, PLA или ABS) и подходит для прототипирования и простых деталей; SLA использует ультрафиолетовый лазер для отверждения жидкой фотополимерной смолы, обеспечивая высокую детализацию и гладкие поверхности, что делает её идеальной для ювелирных изделий, стоматологии и точных моделей; DLP - близкий аналог SLA, но с цифровым проектором, который засвечивает целый слой за раз, что ускоряет печать и подходит для массового производства мелких элементов; SLS и SLM работают с порошковыми материалами - лазер спекает нейлон (SLS) или плавит металл (SLM), обеспечивая высокую прочность без опор, что активно применяется в аэрокосмической, автомобильной и медицинской промышленности (рис. 2) [4].

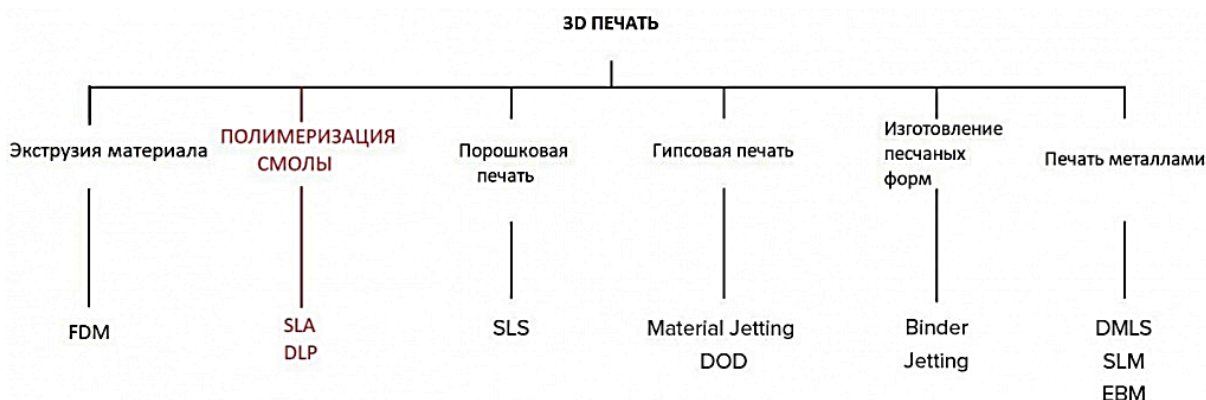


Рисунок 2. Схема технологий 3D печати

К сегодняшнему дню можно выделить 5 основных задач, для решения которых могут использоваться нейросети.

- **Классификация.** Для распознавания лиц, эмоций, типов объектов: например, квадратов, кругов, треугольников. Это также выбор конкретного объекта из предложенного множества, то есть для распознавания образов: например, выделение квадрата среди треугольников, что может использоваться для анализа изображений и определения дефектов в продуктах. Это позволяет анализировать данные о работе оборудования и предсказывать возможные поломки.

- Регрессия. Прогнозируя непрерывное числовое значение (например, цены или температуры), может использовать алгоритмы машинного обучения для оптимизации производственных процессов и управления ресурсами. Для задач, требующих получения в результате обработки конкретного числа, как распределения ресурсов, планирования производства.
- Прогнозирования временных рядов. Для составления долгосрочных прогнозов на основе динамического временного ряда значений. Может быть использован для контроля качества продукции на разных этапах производства.
- Генерация. Для автоматизированного создания контента или его трансформации. Может помочь в автоматизации производственных процессов, таких как маркировка, сортировка, сборка.

Например, нейросети применяются для предсказания цен, физических явлений, объёма потребления и других показателей. По сути, даже работу автопилота Tesla можно отнести к процессу прогнозирования временных рядов.

- Кластеризация. Для изучения и сортировки большого объёма неразмеченных данных в условиях, когда неизвестно количество классов на выходе, то есть для объединения данных по признакам. Например, кластеризация применяется для выявления классов картинок и сегментации клиентов.
- Генерация. Для автоматизированного создания контента или его трансформации. Генерация с помощью нейросетей применяется для создания уникальных текстов, аудиофайлов, видео, раскрашивания чёрно-белых фильмов и даже изменения окружающей среды на фото [5].

Нейросети, благодаря своим уникальным возможностям анализа данных и оптимизации процессов, предлагают множество преимуществ, которые и могут стать мощным инструментом для повышения эффективности, автоматизации процессов 3D-моделирования и аддитивных технологий, учитывая их актуальность.

Аддитивные технологии – обобщенное название технологий, которые представляют основу комплекса принципиально новых производственных процессов, предполагающих метод создания трехмерных объектов (3D печать) по данным цифровой CAD-модели путём послойного добавления материала (от английского слова *add* — «добавлять»). Востребованность инновационных технологий в 3D моделировании заключается в стремительном развитии технологий производства, где требуется наглядная демонстрация уменьшенных копий деталей, механизмов, протезов и т.п. [6].

Сам процесс 3D печати включает в себя несколько этапов. Сначала цифровая 3D модель разбивается на слои, которые затем преобразуются в G-код, понятный принтеру.

Далее принтер начинает создавать объект слой за слоем, используя заложенный материал для печати.

Для успешной реализации использования нейросетей необходимо учитывать специфику конкретного применения, а также доступность данных для их обучения. Сейчас все больше компаний начинают использовать ИИ для создания 3D моделей.

Так, компания Meshy создала руководство для начинающих по 3D моделированию на базе ИИ, где для генерации 3D-моделей используются текстовые описания и изображения. Платформа позволяет быстро создавать готовые к использованию модели для игр, визуализации и дополненной реальности, с автоматической оптимизацией полигональной сетки и UV-развёрткой. Это значительно сокращает время разработки — например, создание модели, которое раньше занимало несколько дней, теперь можно выполнить за 10–15 минут [7].

Функция AI Builder в Microsoft Power Platform позволяет создавать и использовать модели ИИ для оптимизации своих бизнес-процессов, включая автоматизацию обработки документов, прогнозирование спроса и анализ данных. Хотя AI Builder пока не поддерживает прямую генерацию 3D-моделей, он может интегрироваться с внешними системами САПР и ИИ-платформами через API.

Boeing использовала технологии Autodesk при создании элементов самолёта 787 Dreamliner - с помощью генеративного дизайна и 3D-печати были изготовлены лёгкие титановые детали. Эти решения позволили снизить массу конструкции на 20%, что привело к экономии топлива и сокращению эксплуатационных расходов [8]. Генеративный дизайн анализировал физические нагрузки, температурные режимы и требования к прочности, предлагая оптимальные формы, которые невозможно было бы придумать вручную. После финальной проверки инженерами модели отправлялись в производство методом аддитивной печати, что также сократило количество этапов сборки.

Развитие нейросетей в 3D моделировании и дизайна открывает новые возможности для технологий производства. Создание модели для печати становится доступнее, а следовательно, и дешевле за счет повышения товаров, произведенных подобным образом: с использованием ИИ. Следует понимать, что нейросеть служит помощником для человека, усиливающим его потенциал.

Библиографический список

1. Дружинина, О. В. Аспекты использования технологий прототипирования и искусственного интеллекта в рамках цифровой трансформации образовательного процесса / О. В. Дружинина, Е. В. Игонина О. Н. Масина, А. А. Петров. // Современные информационные технологии и ИТ-образование. -2020 - То 16, № 1.-С.50-63.
2. Рыбаков Д.А. Развитие и применение нейросетей в различных отраслях: [Электронный ресурс]. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-i-primenenie-neyrosetey-v-razlichnyh-otraslyah> (дата обращения: 16.12.2025).
3. Трубопроводы с искусственным интеллектом — проектирование 3D-моделей с помощью машинного обучения. В кн.: Юань, П. Ф., Яо, Дж., Янь, Ц., Ван, Х., Лич, Н. (ред.) Материалы конференции DigitalFUTURES 2020. CDRF 2020. Springer, Сингапур.
4. Михайлова, А. Е. 3D принтер - технология будущего / А. Е. Михайлова, А. Д. Дошина. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 20 (100). - С. 40-44. - URL: <https://moluch.ru/archive/100/22467>.
5. Давыдов И.Д. 3D технологии и искусственный интеллект эпоха автоматизации// 2024. - С. 16–20. - URL: https://mmamos.ru/wp-content/uploads/science/pedagog-aspir_2024.pdf#page=16 (дата обращения: 16.12.2025).
6. Материалы LI Самарской областной студенческой научной конференции. Том 1// Ладягина А.А. Аддитивные технологии в промышленном дизайне – 2025. - URL: <https://edgccjournal.org/osnk-sr2025/article/view/680644/211219> (дата обращения: 16.12.2025).
7. Meshy AI. Руководство по 3D-печати для начинающих [Электронный ресурс]. - 2024. - URL: <https://www.meshy.ai/ru/blog/3D-printing-walkthrough-guide-for-beginners> (дата обращения: 16.12.2025).
8. Оценка экономической эффективности применения искусственного интеллекта в строительстве: выбор оптимального метода [Электронный ресурс] // КиберЛенинка. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-ekonomicheskoy-effektivnosti-primeneniya-iskusstvennogo-intellekta-v-stroitelstve-vybor-optimalnogo-metoda/viewer> (дата обращения: 16.12.2025).

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ И МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ

УДК 004.8

Kustova V.A., Kaztaeva J.M. The impact of artificial intelligence and cloud technologies on the business landscape

Kustova Valentina Aleksandrovna,

Assistant of the Department of Foreign Languages,
St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design.
Higher School of Technology and Energy

Kaztayeva Zhansaya Mirbolatkyzy,

Student of the Department of Automated Electric Drive and Electrical Engineering,
St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design.
Higher School of Technology and Energy

Abstract. This article examines the impact of artificial intelligence and cloud technologies on the transformation of business processes in the digital economy. The main areas of artificial intelligence development, cloud computing models, and their practical application across various sectors of the economy are analyzed.

Keywords: artificial intelligence, cloud technologies, digital transformation, information technologies, business processes, IT infrastructure, machine learning.

Рецензент: Торопцев Василий Владимирович - кандидат технических наук, доцент.
ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

Modern trends in the development of the IT industry are directly related to the need for enterprises to adapt to the changing conditions of the digital environment. Technological innovations such as artificial intelligence and blockchain are becoming critical factors for ensuring business competitiveness and efficiency. Therefore, research on the impact of these technologies on various aspects of enterprises' activities and the development of strategies for their integration into the practice of business entities are becoming particularly relevant. According to a number of researchers, it is artificial intelligence and cloud technologies that determine the vector of development of the modern digital economy [1]. Their implementation allows companies to adapt to rapidly changing market conditions and remain competitive [2].

Artificial intelligence (AI) is the ability of a computer to process huge amounts of information and find patterns in them. AI works by mimicking human thinking. The learning process allows AI to analyze, generate ideas, and predict events. With the help of AI, enterprises in different fields of activity can solve different tasks: write texts, create illustrations, process customer requests, etc. These technologies can help automate routine activities in any company.

In today's business environment, various artificial intelligence approaches are widely used, such as machine learning, deep learning, evolutionary modeling, natural language processing, and neural networks. Previously, AI tools were primarily accessible only to large companies with sufficient resources for their development and implementation.

In the financial sector, AI is used for credit risk analysis, market trend forecasting, and fraud detection [2]. In healthcare, intelligent algorithms are applied to medical image analysis and clinical decision support [3]. In retail, AI contributes to offer personalization and supply chain optimization.

Now let's talk about the application of economics and artificial intelligence, more specifically, the connection and the consequences.

1. AI and the Labour Market:

The International Monetary Fund's report, "Gen-AI: Artificial Intelligence and the Future of Work," evaluates the worldwide implications of AI on employment, both at national and regional levels. It highlights AI's capacity to transform the global economy, especially within the labor market.

Approximately 40 percent of jobs worldwide are susceptible to AI advancements, with developed nations facing both heightened risks and greater opportunities compared to emerging and developing economies. The concentration of cognitive-task-oriented roles in advanced economies places around 60 percent of their workforce at risk. Furthermore, the report anticipates that AI will have a significant impact on income and wealth disparities, predicting that its integration will boost overall income through enhanced productivity.

2. AI and Economic Forecasting:

Economists have historically faced challenges in making accurate economic forecasts, but AI systems, which exhibit advanced capabilities in learning, reasoning, and problem-solving, present a viable solution. The use of AI in predictive analysis may address existing obstacles in economic forecasting, allowing economists to deliver more accurate predictions and evaluate their implications for the economy.

3. AI in the Financial Industry:

In the financial sector, practices such as algorithmic trading, black-box trading, and automated trading have gained prominence. These approaches utilize AI to analyze market trends and investment tactics. AI's influence in the financial markets extends to making informed decisions based on market fluctuations, central bank interest rate strategies, and forecasting systemic risks, thereby playing a crucial role in preventing crises such as subprime and financial collapses.

4. AI to Prevent Loan Default:

AI plays a key role in the prevention of loan defaults by analyzing vast amounts of data on defaulters from various banks. Its implementation in the financial sector enhances crisis prevention and improves risk management.

5. AI for Economic Research:

Economic research involves the study of economic behavior and the analysis of data on economic activities. AI has revolutionized this field by enabling researchers to quickly process large amounts of data and provide accurate predictions and policy recommendations efficiently.

The synergy of artificial intelligence (AI) and cloud technologies is a powerful combination that opens up new horizons for business, science and everyday life. Here are a few key aspects of this synergy. Cloud technologies provide access to powerful computing resources and data warehouses, which allows the development and implementation of AI solutions without having to invest in expensive equipment. This is especially important for small and medium-sized enterprises that can use cloud platforms to launch their AI projects.

Although artificial intelligence holds significant promise, it is not free from biases that reflect those found in human cognition. These biases in AI arise from the data, information, and techniques employed in its processing and analysis. While it is feasible to manage these biases, achieving total elimination is a complex task. AI is applied across various sectors, and research into its economic applications is still in the early phases. Ideally, the societal effects of AI should be more advantageous than harmful. By aligning research agendas with sound policy decisions, we can promote inclusive and sustainable economic development.

Despite the obvious advantages, digital transformation is accompanied by a number of risks, including threats to information security, data leaks, and a shortage of qualified IT specialists [4]. Additional attention needs to be paid to ethical issues of using AI, such as the transparency of algorithms and responsibility for automated solutions [3].

How the problem is solved (examples):

- Government programs to support the IT industry and education.
- An increase in budget places at universities in IT specialties.
- Active corporate training and staff retraining.
- The focus is on import substitution, which requires even more specialists.

According to expert assessments, over the next 5–10 years, the key directions of IT development will include generative artificial intelligence, hybrid cloud architectures, and intelligent digital platforms [5]. These technologies will contribute to the formation of new business models and the acceleration of economic digital transformation. The process of

digitalization of services improves their security, availability and functionality, and a complex configuration is formed between the traditional properties of products and services and the new “digital” ones. This confirms the relevance of studying the essence of services and the characteristics of ongoing changes in order to identify trends and problems of digitalization and form institutional conditions for the development of this area, taking into account the influence of the digital transformation of the economy

Artificial intelligence and cloud technologies are the primary drivers of modern business development. Their comprehensive implementation enables companies to improve efficiency, flexibility, and resilience to external challenges. At the same time, successful digital transformation requires a strategic approach, investment in human capital, and adherence to information security and ethical principles [1]. Artificial intelligence and cloud technologies have become essential tools for modern business development and digital transformation.

Today, more and more companies rely on these technologies in their daily operations, which significantly changes traditional approaches to management, production, and service delivery. As a result, organizations are able to respond more quickly to market changes, improve overall efficiency, and make decisions based on data rather than intuition. The analysis conducted in this study shows that the combined use of artificial intelligence and cloud solutions helps businesses not only automate routine tasks but also improve strategic planning, risk management, and customer interaction.

The joint use of artificial intelligence and cloud platforms plays a particularly important role in the emergence of new business models. Cloud technologies provide flexible and scalable computing resources, as well as convenient access to large volumes of data. At the same time, artificial intelligence makes it possible to analyze this data, build forecasts, and automate complex processes. As a result, advanced digital solutions are becoming available not only to large corporations but also to small and medium-sized enterprises. This contributes to stronger competition and faster technological development across various sectors of the economy.

At the same time, it is important to emphasize that digital transformation is not limited to the implementation of new technologies alone. Successful adoption of artificial intelligence and cloud services requires a thoughtful and comprehensive approach. Companies must take into account not only technical issues, but also organizational, human resource, legal, and ethical factors. Investments in employee training, skill development, and digital competencies are becoming just as important as investments in IT infrastructure. Without qualified specialists and a supportive corporate culture, even the most advanced technologies may fail to deliver the expected results.

Special attention should also be paid to issues of information security, data protection, and the responsible use of artificial intelligence. As businesses increasingly depend on cloud services and intelligent systems, the risks of data breaches, algorithmic errors, and non-transparent automated decisions also increase. Therefore, companies need to prioritize cybersecurity measures, comply with legal requirements, and develop clear ethical guidelines for the use of AI. This is essential for maintaining trust among customers, partners, and society as a whole.

In conclusion, artificial intelligence and cloud technologies should be viewed not merely as automation tools, but as strategic resources that determine the long-term sustainability and competitiveness of businesses in the digital economy. Organizations that are able to successfully combine technological innovation with effective management, workforce development, and ethical responsibility will be better prepared to face future challenges and fully benefit from digital transformation in the years ahead.

References

1. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. Moscow: Eksmo, 2019. pp. 90-115.
2. Brookings T. Artificial intelligence and the future of business. Moscow: Alpina Publisher, 2021. 320 p.
3. Russell S., Norvig P. Artificial intelligence: a modern approach. Moscow: Williams, 2020. pp. 45-78.
4. Melikhov V. A. Cloud computing and digital economy // Information Technology. - 2022. - No. 4. - pp. 12-18.
5. Batishchev A.V., Solovyov I.V. Analysis of prospects and problems of small business business process management based on artificial intelligence technologies // Natural sciences and humanities research. – 2024. – № 3 (53). – Pp. 492-497.

УДК 676

Гаврилина П.А., Нечитайлов В.В. Применение методов искусственного интеллекта для оптимизации технологических процессов в целлюлозно-бумажном производстве

Application of artificial intelligence methods for optimization of technological processes in pulp and paper production

Гаврилина Полина Алексеевна,

магистрант кафедры технологии целлюлозы и композиционных материалов,
Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна.
Высшая школа технологии и энергетики

Нечитайлов Василий Васильевич,

Канд. техн. наук, доцент кафедры теплосиловых установок и тепловых двигателей,
Санкт-Петербургский государственный университет промышленных
технологий и дизайна. Высшая школа технологии и энергетики

Gavrilina Polina Alekseevna,

Master's student of the Department of Pulp and Composite Materials Technology,
St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design.

Higher School of Technology and Energy

Nechitaylov Vasily Vasilyevich,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of heat power installations
and heat engines,

St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design.

Higher School of Technology and Energy

Аннотация. В статье рассмотрены возможности применения методов искусственного интеллекта для повышения эффективности технологических процессов в целлюлозно-бумажном производстве. Описаны подходы к построению предиктивных моделей на базе данных с промышленных датчиков, включая оценку качества картона, прогнозирование износа оборудования и оптимизацию расхода энергоресурсов. Показано, что использование локальных вычислений (edge computing) и легковесных ML-моделей позволяет реализовать ИИ-аналитику без замены существующей автоматизации.

Ключевые слова: искусственный интеллект, целлюлозно-бумажное производство, предиктивная аналитика, edge computing, ОВЕН, SCADA+, предиктивное обслуживание.

Abstract. The article considers the possibilities of using artificial intelligence methods to increase the efficiency of technological processes in pulp and paper production. Approaches to building predictive models based on data from industrial sensors are described, including assessing the quality of cardboard, predicting equipment wear and tear and optimizing energy consumption. It is shown that the use of local computing (edge computing) and lightweight ML models allows you to implement AI analytics without replacing existing automation.

Keywords: artificial intelligence, pulp and paper production, predictive analytics, edge computing, OWEN, SCADA+, predictive maintenance.

Рецензент: Мартеха Александр Николаевич – кандидат технических наук, доцент.
ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

Современные тенденции цифровизации промышленности всё чаще включают в себя не только автоматизацию, но и интеллектуализацию процессов – переход от реактивного управления к предиктивному. В целлюлозно-бумажной промышленности, где качество продукции определяется совокупностью сотен параметров: от температуры в варочном котле до натяжения полотна на каландре, потенциал искусственного интеллекта особенно высок. Однако внедрение ИИ-решений сталкивается с объективными ограничениями: высокая инерционность технологических цепочек, жёсткие требования к надёжности, а также необходимость интеграции с устаревшей автоматикой, часто эксплуатируемой более 15-20 лет. В таких условиях наиболее перспективным оказывается не облачный ИИ, а локальный, встраиваемый интеллект – алгоритмы, выполняемые непосредственно на уровне ПЛК или встраиваемого исполнителя, без зависимости от внешних серверов.

Ключевое преимущество такого подхода – совместимость с существующей инфраструктурой. Большинство предприятий ЦБП уже используют модульные системы ввода-вывода (например, ОВЕН МК110/MV110), датчики давления (Danfoss MBS 3000), температуры (Pt100) и натяжения (ОВЕН ПДН-500), а также SCADA-системы (в том числе SCADA+). Эти компоненты генерируют потоки данных, достаточные для построения простых, но эффективных моделей машинного обучения. Важно, что для большинства задач – таких как оценка шероховатости по давлению в каландре или прогнозирование нарушения подачи массы – не требуются нейросети с миллионами параметров; достаточно линейных регрессий, деревьев решений или методов ближайших соседей (k-NN), реализуемых на микроконтроллерах или встраиваемых исполнителях с ограниченными ресурсами.

Одной из наиболее востребованных задач является оценка печатно-технических свойств картона в реальном времени. Согласно технологическим требованиям, гладкость поверхности и шероховатость являются ключевыми параметрами для флексопечати. Прямое измерение этих величин возможно только в лаборатории или на оффлайн-стендах, что создаёт задержку в несколько часов. В то же время, как показывает практика, эти свойства коррелируют с технологическими параметрами: давлением на каландре, температурой сушки, скоростью полотна и влажностью. На основе этой корреляции можно построить регрессионную модель вида:

$$Y = a_0 + a_1P + a_2T + a_3v + a_4w$$

где Y – прогнозируемая гладкость (с), P – давление каландра (кН), T – температура сушки (°C), v – скорость полотна (м/мин), w – влажность (%). Коэффициенты a_i определяются по историческим данным, собранным за период стабильной работы.

Обучение модели возможно, как на ПК (с последующим экспортом в формате PMML или ONNX), так и непосредственно в среде SCADA+ через встроенный Python-интерпретатор (при наличии SP-DEV-1 и модуля SP-RTM-50 с поддержкой скриптов).

Другая важная область применения – прогнозирование отказов оборудования. Например, насосы, подающие бумажную массу, подвержены кавитации при снижении уровня в баке или засорении фильтров. Это проявляется в характерных изменениях: рост вибрации (измеряется акселерометрами), колебания давления, снижение производительности. На основе этих признаков можно построить бинарный классификатор (например, метод опорных векторов – SVM), предупреждающий о риске кавитации за 5–10 минут до аварии. Важно, что такая модель не требует видеокамер или дорогостоящих датчиков – только уже установленные аналоговые и дискретные сигналы.

Третья группа задач – оптимизация энергопотребления. Бумагоделательные машины потребляют значительные объёмы пара и электроэнергии, причём до 15 % энергии расходуется неэффективно – из-за неоптимальных режимов сушки или избыточного давления в каландре. С помощью ИИ можно построить модель, которая по текущему качеству полотна и запланированному сорту подбирает минимально допустимые значения давления, температуры и скорости, обеспечивающие соответствие спецификации. Такой подход снижает удельный расход энергии без ущерба для качества.

Для снижения вычислительной нагрузки применяются методы сжатия и квантования моделей. Например, дерево решений глубиной 8 для прогноза растискивания занимает менее 10 КБ памяти и выполняется за 3–5 мс на процессоре ARM Cortex-M7, встроенном в SP-RTM-50. Нейросети сводятся к трёхслойным перцептронам с 16–32 нейронами на скрытом слое – этого достаточно для высокой точности при оценке влажности по температуре и скорости сушки.

Структура ИИ-системы в ЦБП строится по принципу «edge-first»: данные с датчиков → локальный предварительный анализ (фильтрация, нормализация, детекция аномалий) → ML-вывод → корректирующее воздействие (изменение уставок) → архивирование в SCADA. Только агрегированные метрики (ошибки, тренды, события) передаются на верхний уровень для долгосрочного анализа. Такая архитектура минимизирует нагрузку на сеть и исключает риски, связанные с потерей связи.

При этом данные не поступают «как есть» – они проходят многоступенчатую обработку. На первом этапе производится фильтрация шума: скользящее среднее с окном 5–10 секунд подавляет кратковременные вибрации и электромагнитные помехи.

На втором этапе – нормализация: каждый параметр приводится к диапазону [0; 1] по формуле:

$$x_{\text{норм}} = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$$

где $x_{\min}$ и $x_{\max}$ – пределы, заданные технологом для данного сорта. На третьем этапе формируются инженерные признаки: например, не просто температура в зоне 2 сушки, а разность температур между зонами 1 и 2, или скорость изменения давления в каландре (первая производная). Именно такие признаки повышают точность моделей на 20-30 % по сравнению с «сырыми» данными.

Для иллюстрации размещения измерительных устройств на бумагоделательной машине на Рисунке 1 представлена схема, показывающая типовые технологические зоны: формование, обезвоживание, сушка, каландрирование и намотка. Каждая зона характеризуется набором параметров, влияющих на качество полотна – влажность, натяжение, температура, давление, шероховатость. Датчики, установленные в этих зонах, обеспечивают поток данных, достаточный для построения ИИ-моделей без установки дополнительных сенсоров. Например, в зоне формования датчики влажности позволяют прогнозировать плотность полотна; в зоне сушки – оптимизировать расход пара; в зоне каландрирования – контролировать гладкость поверхности для последующей печати. Такая структура позволяет реализовать предиктивную аналитику без замены существующего оборудования – достаточно интегрировать данные с уже установленных датчиков в локальный вычислительный узел.

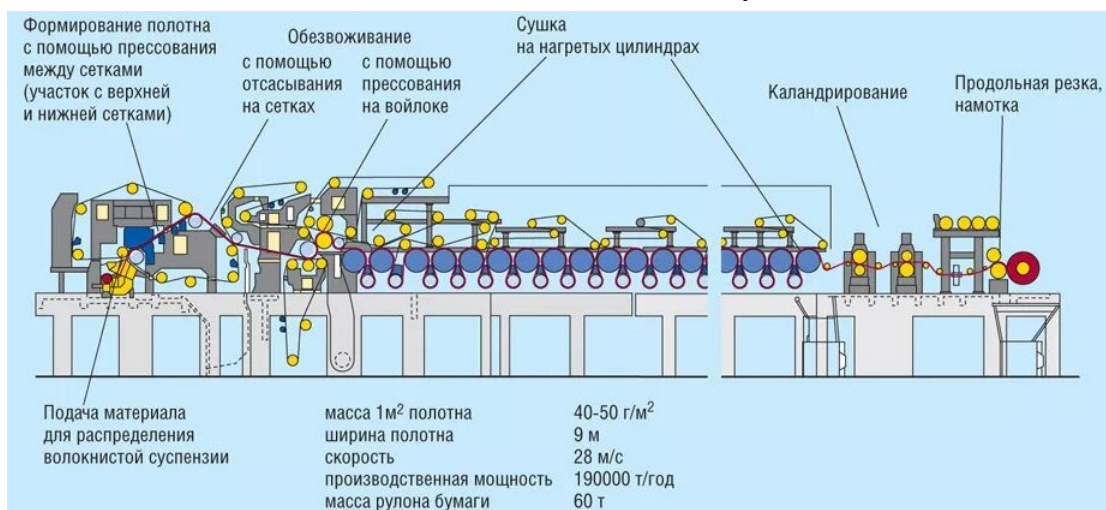


Рисунок 1. Схема бумагоделательной машины с указанием технологических зон и точек измерения

Эффективность различных ИИ-подходов зависит от типа задачи и доступных данных. В Таблице 1 приведено сравнение методов по критериям применимости в условиях ЦБП.

Таблица 1

Сравнение методов машинного обучения для задач целлюлозно-бумажного производства

Метод	Требуемый объем данных	Вычислительная сложность	Типичная задача
Линейная регрессия	Низкий (≥ 100 записей)	Очень низкая	Оценка гладкости по давлению каландра
Дерево решений (CART)	Средний (≥ 500 записей)	Низкая	Классификация брака по параметрам сушки
k-NN	Высокий (≥ 2000 записей)	Средняя	Прогноз влажности по температуре и скорости
SVM (линейный)	Средний (≥ 500 записей)	Низкая	Обнаружение кавитации насоса
Нейросеть (MLP, 2 слоя)	Очень высокий ($\geq 10\ 000$)	Высокая	Комплексная оценка качества картона

Важным решением является выбор между локальными (edge) и облачными (cloud) вычислениями. Edge-подход предполагает размещение модели непосредственно в шкафу управления – на встраиваемом исполнителе или ПЛК. Cloud-подход – передачу данных на сервер и обработку в централизованной системе. Оба варианта имеют свои преимущества и ограничения, которые приведены в Таблице 2.

Таблица 2

Сравнение edge и cloud подходов к внедрению ИИ в промышленности

Критерий	Edge-вычисления	Cloud-вычисления
Задержка принятия решения	5–50 мс	300–2000 мс
Зависимость от сети	Нет (работает автономно)	Да (требуется стабильный канал)
Объем передаваемых данных	Только события и агрегаты	Все «сырые» сигналы (ГБ/час)
Требования к оборудованию	Встраиваемый исполнитель (SP-RTM-50)	Сервер/кластер, облачный аккаунт
Безопасность данных	Высокая (данные не покидают предприятие)	Требует шифрования и аудита
Масштабируемость	Один узел на участок	Централизованный доступ ко всем линиям
Сложность обслуживания	Низкая (обновление через SCADA)	Высокая (DevOps, контейнеры, API)

Экономический эффект от внедрения ИИ-аналитики складывается из нескольких компонентов, таких как снижение брака, увеличение межремонтного периода, экономия энергоресурсов. Даже простая модель, снижающая долю брака на 1 %,

окупается за 4–6 месяцев при годовом выпуске 20 000 т картона. Переход к более сложным моделям оправдан только при наличии устойчивого потока размеченных данных и чёткого ROI.

Искусственный интеллект в целлюлозно-бумажной промышленности – это не «большие данные» и «глубокие нейросети», а рациональное использование уже имеющейся информации для повышения стабильности и предсказуемости процессов. Локальные, легковесные модели, интегрированные в существующую автоматику, позволяют достичь ощутимого эффекта без капитальных вложений – что особенно важно в условиях ограниченных ресурсов. Будущее за гибридными архитектурами, где человек задаёт цели, автоматика обеспечивает исполнение, а ИИ – обратную связь и адаптацию.

Библиографический список

1. Якшибаев, А. Р. Достижения в области адаптивных и оптимальных систем управления: обзор последних исследований / А. Р. Якшибаев, О. В. Борисова // Формирование профессиональной направленности личности специалистов - путь к инновационному развитию России: Сборник статей V Всероссийской научно-практической конференции, Пенза, 18–19 декабря 2023 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 501-503. – EDN WRAKBG. <https://elibrary.ru/item.asp?id=60780396>
2. Фаизов, Н. Н. перспективы внедрения и использования нейросетей для управления процессами / Н. Н. Фаизов, О. В. Борисова // Современные цифровые технологии: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции, Барнаул, 01 июня 2023 года / Под общей редакцией А.А. Беушев, А.С. Авдеев, Е.Г. Боровцов, А.Г. Зрюмова. – Барнаул: Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, 2023. – С. 118-120. – EDN ECNSCE. <https://elibrary.ru/item.asp?id=54479867>
3. Халилов, Ф. М. Развитие автоматизации технологических процессов: тенденции и перспективы / Ф. М. Халилов, О. В. Борисова // Грани науки 2023 : Сборник трудов Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону-Мадрид, 27 ноября 2023 года. – Ростов-на-Дону - Мадрид: ДиректСайнс (ИП Шкуркин Д.В.), ООО "Сфера", 2023. – С. 390-395. – EDN AZUQJL. <https://elibrary.ru/item.asp?id=59281957>
4. Khairutdinova, A. Sh. Main aspects of using modern automated process control systems at thermal power plants / A. Sh. Khairutdinova, O. V. Borisova // Theory and practice

of modern science: the view of youth : Proceeding of the III All-Russian Scientific and Practical Conference in English. In 2 parts, Saint-Petersburg, 30 ноября 2023 года. – Saint-Petersburg: Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design, 2024. – P. 37-42. – EDN GKQSBS. <https://elibrary.ru/item.asp?id=63362777>

5. Черпаков, А. А. Моделирование процесса управления посредством SCADA системы / А. А. Черпаков, О. В. Борисова // Актуальные проблемы науки и образования: сборник материалов III Международной научно-практической конференции, Москва, 14 декабря 2023 года. – Москва: Алеф, 2023. – С. 259-265. – EDN LOYMNN. <https://elibrary.ru/item.asp?id=58804364>

УДК 658.8

Коновалова В.К., Нечаева В.В. Новые технологии в ритейле: использование больших данных и ИИ для улучшения сервиса

New technologies in retail: using big data and AI to improve service

Коновалова Вера Константиновна,

ассистент кафедры менеджмента и права,

Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна.

Высшая школа технологий и энергетики

Нечаева Валерия Вениаминовна,

студент кафедры экономики и организации производства,

Санкт-Петербургский государственный университет

промышленных технологий и дизайна. Высшая школа технологий и энергетики

Konovalova Vera Konstantinovna,

Assistant at the Department of Management and Law,

Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design,

School of Technology and Energy

Nechaeva Valeria Veniaminovna,

Student of the Department of Economics and Production Organization,

Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design,

School of Technology and Energy

Аннотация. Статья исследует необходимость внедрения искусственного интеллекта (ИИ) и больших данных (Big Data) в ритейле для сохранения конкурентоспособности. Анализируется рост рынка, практические задачи (от персонализации до управления запасами) и ключевые барьеры, включая низкую цифровую зрелость и дефицит кадров. Также рассматриваются перспективные тренды (ИИ-ассистенты, умные магазины) и формулируется комплексный подход к успешной цифровой трансформации бизнеса.

Ключевые слова: искусственный интеллект, большие данные (Big Data), ритейл, цифровая трансформация, розничная торговля, персонализация, прогнозная аналитика, динамическое ценообразование, управление запасами, цифровая зрелость, дефицит кадров, компьютерное зрение, бесшовный опыт, ИИ-ассистенты.

Abstract. The article examines the necessity of implementing artificial intelligence (AI) and big data in retail to maintain competitiveness. It analyzes market growth, practical applications (from personalization to inventory management), and key barriers, including low digital maturity and a skills gap. Prospective trends (AI assistants, smart stores) are also explored, and a comprehensive approach to successful business digital transformation is outlined.

Keywords: artificial intelligence, big data, retail, digital transformation, personalized marketing, predictive analytics, dynamic pricing, inventory management, digital maturity, skills gap, computer vision, seamless customer experience, AI assistants.

Рецензент: Мартеха Александр Николаевич – кандидат технических наук, доцент.
ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

В 2025 году розничная торговля переживает период радикальных перемен. Из-за эволюции привычек потребителей, жесткой конкуренции в e-commerce и нестабильности логистических цепочек искусственный интеллект превращается из опции в обязательный фактор для удержания лидерства на рынке. Тенденции подтверждают это: по оценкам ассоциации, российский рынок Big Data и ИИ достигнет 520 млрд рублей к концу 2025 года с ежегодным приростом в 20%. Такой подъем обеспечивают государственная поддержка, курс на импортозамещение и расширение облачных платформ, которые закладывают фундамент для широкого распространения технологий. Долгосрочная динамика роста мирового рынка, как показывает прогноз (рисунок 1), подтверждает устойчивость и масштаб этого тренда, который российский рынок в полной мере повторяет и даже усиливает за счет внутренних факторов. [1]

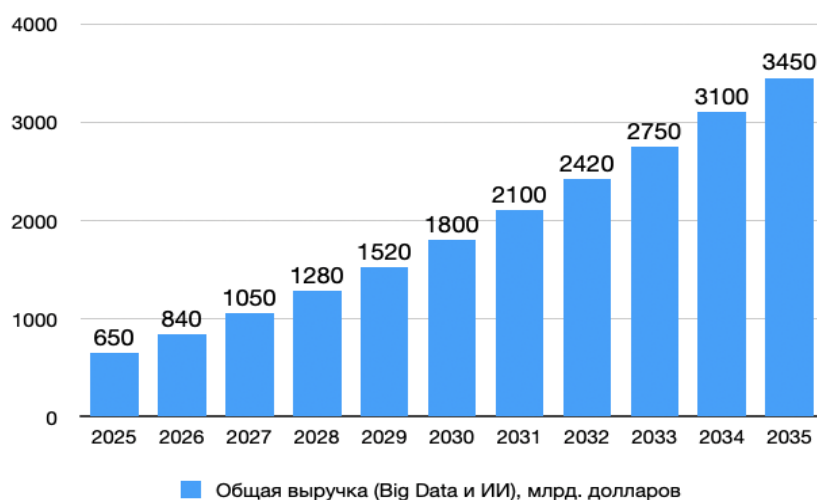


Рисунок 1. Прогноз роста рынка Big Data и ИИ, основанный на выручке с 2025 до 2035 г.г. (в млн. долларов)

Анализ показывает, что рынок не просто растет, а ускоряется, переходя от линейного роста к экспоненциальному в период активного внедрения.

Поскольку цифровизация позволяет усилить конкурентное преимущество, укрепить способность оперативно реагировать на вызовы рынка и расширить возможности удовлетворять ожидания потребителей. Бренды, которые интегрируют ИИ-решения, получают преимущество в борьбе за клиента, оптимизации операций и повышении эффективности бизнеса. Цифровые аналитические инструменты помогают ритейлерам привлекать покупателей, повышать их лояльность, оценивать бизнес-показатели, оптимизировать бизнес-процессы, принимать эффективные управленческие решения и успешно соперничать на рынке. [2]

Одной из ключевых технологий цифровой трансформации является развитие и применение искусственного интеллекта (ИИ), который включает в себя создание и использование виртуальных помощников, анализ больших объемов данных, распознавание лиц и голоса, разработку робототехники, оптимизацию бизнес-процессов, инновационные рекламные технологии, а также предоставление персонализированных рекомендаций.

Изменение потребительских моделей, рост e-commerce и необходимость быстрой адаптации к спросу делают использование ИИ и Big Data (большие данные) в ритейле практически обязательным. Современные технологии позволяют формировать более точные прогнозы, выстраивать персональные коммуникации и оптимизировать процессы — от логистики до выкладки товаров на полках. Если ранее аналитика применялась постфактум, то сегодня она интегрирована в ежедневные операционные решения. Это позволяет бизнесу быстрее реагировать на изменения, снижать издержки и улучшать клиентский опыт. [3]

Практическое применение систем искусственного интеллекта и больших данных распространяется на весь цикл обслуживания клиента: от первого обращения до послепродажного сопровождения. Вычислительные модели изучают действия покупателей, создают tailored-офферы, определяют необходимый объем товарных остатков и прогнозируют периоды максимальной загрузки торговых объектов.

В логистическом блоке технологический инструментарий помогает избегать чрезмерных поставок, своевременно фиксировать нехватку продукции и гибко распределять товары между складами и магазинами. В торговом зале это проявляется в использовании автоматизированной корректировки цен, анализе навигации посетителей, систем видеонаблюдения с аналитическими функциями и контроле стандартов обслуживания. [4]

Анализ огромных массивов структурированной и неструктурированной информации позволяет решать комплексные бизнес-задачи, которые раньше требовали значительных временных затрат или вовсе оставались без точного ответа. Рассмотрим ключевые задачи, которые ритейл успешно решает с помощью технологий Big Data и ИИ.

1. Планирование эффективных маркетинговых акций.

На основе точного портрета покупателя и анализа исторических данных о реакции на прошлые кампании системы Big Data помогают спланировать акции, которые действительно заинтересуют клиентов.

2. Прогнозирование продаж на различные периоды.

Современные аналитические системы на основе Big Data учитывают сотни факторов: не только исторические продажи и сезонность, но и макроэкономические показатели, прогноз погоды, календарь мероприятий в регионе и активность в социальных медиа.

3. Грамотное ценообразование и динамическое ценообразование.

Big Data дает возможность перейти от статичного ценообразования к гибкому и адаптивному.

4. Управление складскими остатками и работа с неликвидами.

Big Data-системы, интегрированные с данными о продажах, поставках и движении товара в торговом зале, помогают оптимизировать товарные остатки.

5. Выявление точек оттока клиентов.

Анализируя поведение пользователей на сайте, в приложении или данные о чеке в магазине, системы Big Data помогают определить, на каком именно этапе воронки продаж компания чаще всего теряет потенциального покупателя. [5]

Исследование на hh.ru выявило, что технологический потенциал пока реализуют лишь единицы. Специалисты изучили данные за прошлый год и опросили руководителей из различных отраслей, чтобы оценить готовность бизнеса к цифровой трансформации. Основное внимание уделили цифровой зрелости компаний и уровню цифровых компетенций персонала, включая навыки работы с генеративным ИИ. Согласно результатам, всего 11% менеджеров полагают, что их отделы достигли высокого уровня цифровой зрелости — когда основные процессы уже полностью перестроены с помощью цифровых инструментов. Примерно половина (44%) характеризует цифровизацию как среднюю: она сводится к автоматизации отдельных операций без комплексных изменений.

Другая часть опрошенных отметила отставание: 36% компаний занимаются разовыми проектами и перенимают чужие подходы, а 9% вообще не считают нужным внедрять цифровые решения.

Не менее значимым фактором стали цифровые навыки сотрудников. Руководителям задали вопрос о готовности команд к использованию генеративного ИИ. Оценки получились осторожными:

- лишь 3% отметили, что их работники способны сами предлагать идеи по интеграции ИИ в рабочие задачи;
- 19% уверены, что сотрудники хотя бы понимают базовые функции генеративного ИИ;
- 42% указали, что персонал слышал о технологии, но не применял ее на практике в бизнесе;
- 32% признали, что в их организациях сотрудники вообще не знакомы с генеративным ИИ. [6]

Эти данные напрямую перекликаются с ключевыми барьерами, которые сдерживают развитие рынка ИИ в России, - дефицит квалифицированных кадров, особенно в области машинного обучения, и нежелание консервативного бизнеса инвестировать в технологии из-за непонимания их возможностей [7]. Таким образом, проблема заключается не только в осознании необходимости перемен, но и в острой нехватке внутренних ресурсов для их реализации.

Преодоление описанных барьеров - дефицита кадров и консерватизма - возможно через внедрение новых технологий, которые не просто автоматизируют рутину, а коренным образом меняют саму модель взаимодействия с покупателем. Грядущие тренды в ритейле направлены на создание автономных, сверхперсонализированных и бесшовных процессов. Эти инновации показывают, как ИИ может компенсировать нехватку человеческих ресурсов и создать принципиально новый уровень сервиса.

1. Ассистенты по покупкам с искусственным интеллектом: от ботов к цифровым консультантам.

Традиционные чат-боты, реагирующие на запросы по скрипту, уступают место интеллектуальным агентам. Эти системы на базе ИИ действуют как полноценные цифровые сотрудники первой линии. Они не просто отвечают на вопросы, а ведут диалог, глубоко понимая контекст и цели покупателя. Такой ассистент способен самостоятельно подобрать товар по сложным критериям, сравнить аналоги, дать детальную консультацию по характеристикам и оформить покупку, сопровождая клиента на всем пути — от первого интереса до постпродажного обслуживания. Это переводит персонализацию с уровня «рекомендации» на уровень «персонального шоппера» [8].

2. Компьютерное зрение и «умные» магазины: автоматизированный мерчандайзинг.

Физические магазины трансформируются в «умные» пространства благодаря интеграции компьютерного зрения и интернета вещей (IoT). Сети камер и датчиков, управляемые алгоритмами ИИ, в реальном времени анализируют обстановку в торговом зале. Ключевое применение - автоматический мониторинг полок. Система, подобная неусыпному контролеру, мгновенно распознает пустые места, нарушения выкладки (несоответствие плануграмме), перепутанные ценники или низкий остаток товара. Это позволяет не просто оперативно пополнять запасы, но и автоматически оптимизировать логистику и мерчандайзинг, существенно снижая влияние человеческого фактора и потери от нерациональной выкладки.

3. Бесшовный опыт: от кассы к формату «просто уйди» (Just Walk Out) Кульминацией цифровизации физического ритейла становится создание абсолютно

бесшовного клиентского опыта, где процесс оплаты становится невидимым. Технологии кассир-лесс (cashier-less), пионером которых стал Amazon Go, набирают обороты. В таких магазинах покупатель просто входит, берёт нужные товары и уходит. Система, объединяющая компьютерное зрение, датчики на полках и сложные AI-алгоритмы, автоматически идентифицирует каждый взятый и возвращённый на место товар, формируя финальный чек и списывая средства с привязанного аккаунта. Этот тренд кардинально сокращает очереди, минимизирует необходимость в кассирах и создаёт принципиально новый стандарт удобства, стирая границы между онлайн- и офлайн-покупкой [9].

Ритейл 2025 года оказывается в парадоксальной, но определяющей ситуации. С одной стороны, технологический императив предельно ясен: искусственный интеллект и большие данные перешли из разряда конкурентных преимуществ в категорию обязательных условий для выживания бизнеса. С другой стороны, как показывает исследование, между этим безграничным технологическим потенциалом и реальностью большинства компаний лежит глубокая пропасть. Основным барьером становится уже не доступ к самим технологиям, которые поддерживаются государством и развиваются на локальных облачных платформах, а критический дефицит внутренней готовности - недостаток цифровой зрелости процессов, управленческого видения и, что особенно важно, квалифицированных кадров, способных эти технологии внедрять и использовать.

Ключевой вопрос для ритейла смещается с «что внедрять?» на «как трансформироваться?». Перспективные тренды - интеллектуальные ассистенты, «умные» магазины и бесшовный опыт - указывают путь: будущее за автономными, гибкими системами, которые компенсируют нехватку человеческих ресурсов за счет интеллекта алгоритмов. Успех в новой реальности будет определяться не столько размером инвестиций в софт, сколько способностью компании к одновременной трансформации на трёх уровнях: внедрению конкретных ИИ-решений, масштабному развитию цифровых компетенций команды и формированию культуры, в которой решения принимаются на основе данных, а не интуиции.

Библиографический список

1. Big Data в современном ритейле: предиктивные технологии [Электронный ресурс] // RetailRocket.ru. - 2025. - 23 нояб. - Режим доступа: <https://retailrocket.ru/blog/big-data-v-sovremennom-ritejle-2/>. - Загл. с экрана. (Дата обращения: 14.12.2025).
2. ИИ в ритейле в 2025 году: главные тренды, которые нельзя пропустить [Электронный ресурс] // 42clouds.com. - 2025. - 19 янв. - Режим доступа:

<https://42clouds.com/ru-ru/blog/ai/ii-v-ritejle-v-2025-glavnye-trendy-kotorye-nelzya-propustit/>. - Загл. с экрана. (Дата обращения: 14.12.2025).

3. Гаврилов Л. П. Информационные технологии в коммерции: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М., 2024. 369 с.

4. ИИ и Big Data в ритейле: от тренда к операционному использованию [Электронный ресурс] // News Security. - 2025. - Режим доступа: <https://news-security.ru/tpost/sffbcec5a1-ii-i-big-data-v-riteile-ot-trenda-k-oper.> — Загл. с экрана. (Дата обращения: 14.12.2025).

5. Сурай Н.М., Женжебир В.Н. Цифровые технологии в российском ритейле // Глобальная неопределенность. Развитие или деградация мировой экономики? : сборник статей XI Международной научной конференции. В 2 томах, Москва, 17-18 мая 2022 года. М., 2022.

6. Опрос hh.ru: половина управленцев считают цифровую зрелость своих компаний низкой [Электронный ресурс] // Novosti IT Kanala. - 2025. - 6 окт. - Режим доступа: <https://www.novostiitkanala.ru/news/detail.php?ID=191297>. - Загл. с экрана. (Дата обращения: 15.12.2025).

7. Российский рынок Big Data и ИИ: объем в 520 млрд руб. [Электронный ресурс] // Коммерсантъ. - 2025. - 12 нояб. - Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/8195580>. - Загл. с экрана. (Дата обращения: 15.12.2025).

8. Искусственный интеллект в ритейле. Тренды 2025 года и планы на будущее [Электронный ресурс] // Retail Life. - 2025. - 1 дек. - Режим доступа: <https://retail-life.ru/iskusstvennyj-intellekt-v-ritejle-trendy-2025-goda-i-plany-na-budushhee/>. - Загл. с экрана. (Дата обращения: 15.12.2025).

9. Топ-тренды ритейла 2026 [Электронный ресурс] // SmartMerch.it. - 2025. - 28 нояб. - Режим доступа: <https://smartmerch.it/ru/blog/trendy-riteyla-2026/>. - Загл. с экрана. (Дата обращения: 15.12.2025).

КИБЕРЭКОНОМИКА И ЭКОНОМИКА ДАННЫХ

УДК 377

Шавелкова В.В. Экономическая эффективность акселерационных моделей STEM-образования: Преодоление кадрового дефицита через интенсификацию обучения 3D-проектированию

Economic Efficiency of Accelerated STEM Education Models: Mitigating Workforce Shortages through Intensified 3D Design Training

Шавелкова В.В.

педагог специального образования/
независимый исследователь.

(г. Сакраменто, США)

Shavelkova Viktoriia

Special Education Specialist and Independent Researcher,
holding the Highest Qualification Level of Lecturer.
(Sacramento, USA)

Аннотация В статье исследуется проблема растущего разрыва между спросом высокотехнологичных секторов экономики на инженерные кадры и темпами их подготовки. Автор предлагает концепцию «интенсивного STEM-обучения», основанную на авторской методике ускоренного освоения 3D-проектирования. Проведен анализ влияния скорости подготовки специалистов на макроэкономические показатели и ROI частных компаний. Доказано, что сокращение образовательного цикла является ключевым фактором снижения альтернативных издержек в условиях четвертой промышленной революции.

Ключевые слова: STEM, 3D-проектирование, человеческий капитал, экономика образования, Индустрия 4.0, кривая обучения.

Abstract This article examines the widening gap between the escalating demand for engineering talent in high-tech economic sectors and the current pace of professional preparation. The author introduces the concept of "Intensive STEM Learning," underpinned by a proprietary methodology for the accelerated mastery of 3D design and engineering. The study analyzes the impact of workforce readiness speed on macroeconomic indicators and the Return on Investment (ROI) for private enterprises. It is demonstrated that compressing the educational cycle serves as a critical factor in reducing opportunity costs within the context of the Fourth Industrial Revolution.

Keywords: STEM, 3D Design, Human Capital, Economics of Education, Industry 4.0, Learning Curve.

Рецензент: Мартеха Александр Николаевич – кандидат технических наук, доцент.
ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»

1. Введение

В условиях глобальной цифровизации и перехода к Индустрии 4.0 (Industry 4.0), инженерное проектирование стало фундаментом производственной цепочки. Однако традиционные академические циклы подготовки (4 - 6 лет) вступают в противоречие с динамикой технологического обновления, которая в секторе высокотехнологичного производства составляет 1.5 - 2 года.

Возникает феномен «навыкового голода», где дефицит специалистов в области CAD/CAM/CAE становится системным ограничением для экономического роста. В данной работе рассматривается методология ускоренной подготовки инженеров-проектировщиков как инструмент повышения операционной эффективности бизнеса и государства.

2. Теоретическая база: Экономика времени и человеческого капитала

Согласно концепции LFS (Labor Force Specialization), ценность специалиста определяется не только глубиной знаний, но и временем его вступления в продуктивный цикл.

Авторская методика базируется на модели «Сжатого обучения» (Compressed Learning Model). Она предполагает декомпозицию сложных инженерных задач на паттерны и использование алгоритмов когнитивного моделирования, что позволяет сократить когнитивную нагрузку при освоении сложного ПО для 3D-дизайна.

3. Математическое обоснование экономической эффективности

Докажем, что ускорение обучения (Time-to-Market для специалиста) создает колоссальную экономическую разницу за счет сложного процента и отсутствия простоев. Используем формулу чистой приведенной стоимости человеческого капитала (Net Present Value of Human Capital - NPVHC).

3.1. Математическая модель: Формула NPV человеческого капитала

Мы будем сравнивать две траектории: Традиционную (Т) и Акселерационную (А).

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{R_t - C_t}{(1 + i)^t}$$

Где:

R_t — доход, генерируемый специалистом в год t .

C_t — затраты на обучение и содержание в год t .

i — ставка дисконтирования (возьмем 10% или 0.1, как стандарт для оценки рисков в образовательных инвестициях).

t — временной период (годы).

3.2. Исходные данные для расчета

Затраты на подготовку инженера среднего звена (Mechanical Designer) в международном сегменте:

Средний доход инженера (R): \$80,000 в год.

Стоимость обучения (C): \$20,000 (традиционно) vs \$12,000 (интенсив).

Срок обучения: 4 года (Традиционно) vs 1 год (Авторская ускоренная методика Шавелковой В.).

Сценарий А: Традиционное обучение (4 года)

- Годы 1 - 4: Доход = \$0. Затраты = \$5,000/год.
- Год 5: Специалист выходит на работу.

Сценарий Б: Авторская ускоренная методика Шавелковой В. (1 год)

- Год 1: Доход = \$0. Затраты = \$12,000.
- Год 2: Специалист выходит на работу.

3.3. Сравнительный расчет на горизонте 5 лет

Расчет для Сценария А (Традиционный):

Суммируем дисконтированные затраты за 4 года и доход за 5-й год.

$$\text{Затраты (PV)} = \frac{-5000}{1.1^1} + \frac{-5000}{1.1^2} + \frac{-5000}{1.1^3} + \frac{-5000}{1.1^4} \approx -\$15,849$$

$$\text{Доход в 5-й год: } \frac{80000}{1.1^5} \approx \$49,674$$

$$\text{Итого NPV (5 лет): } 49,674 - 15,849 = \$33,825$$

Расчет для Сценария Б (Авторская ускоренная методика Шавелковой В.):

Здесь инженер начинает зарабатывать уже со 2-го года.

$$\text{Затраты (PV): } \frac{-12000}{1.1^1} \approx -\$10,909$$

Доход (годы 2–5):

- Год 2: $\frac{80000}{1.1^2} \approx \$66,115$
- Год 3: $\frac{80000}{1.1^3} \approx \$60,105$
- Год 4: $\frac{80000}{1.1^4} \approx \$54,641$
- Год 5: $\frac{80000}{1.1^5} \approx \$49,674$

$$\text{Итого NPV (5 лет): } (66,115 + 60,105 + 54,641 + 49,674) - 10,909 = \$219,626$$

Сравнительный анализ показывает, что применение акселерационной методики STEM-образования увеличивает чистую приведенную стоимость человеческого капитала более чем в 6.5 раз на пятилетнем отрезке (\$219,626 против \$33,825).

3.4. Основные драйверы эффективности:

Ликвидация «упущенной выгоды»: Экономика получает \$240,000 дополнительного дохода (3 года работы), который при традиционном подходе теряется в процессе затянутого обучения.

Эффект раннего старта: Благодаря дисконтированию, доллар, заработанный во второй год, стоит значительно дороже доллара, заработанного в пятый.

Оптимизация бюджетных аллокаций: Несмотря на более высокую интенсивность (и, возможно, стоимость единичного модуля), сокращение общего времени присутствия студента в образовательной системе снижает нагрузку на инфраструктуру.

4. Анализ данных и результаты

Экспериментальные данные, полученные в ходе апробации авторской методики, демонстрируют следующие показатели:

1. **Снижение барьера входа:** Время от «нулевого уровня» до создания сложной сборочной единицы (более 100 деталей) сократилось в среднем на 65%.

2. **Экономия ресурсов:** Снижение затрат на подготовку одного кадра составляет до 40% за счет оптимизации учебных часов и фокуса на прикладных кейсах.

3. **Качество проектирования:** Применение стандартизированных авторских алгоритмов проектирования снизило количество ошибок на 12% по сравнению с контрольной группой, обучавшейся по классической программе.

Таблица 1.

Сравнение экономической отдачи различных моделей обучения

Показатель	Традиционная школа	Авторская методика (Intensive STEM)
Время окупаемости инвестиций (РВР)	3.5 года	1.2 года
Вклад в добавленную стоимость (год 1)	0 (обучение)	+\$45,000 (проектная работа)
Адаптивность к новому стеку ПО	Низкая	Высокая

5. Универсальность и масштабируемость: Кросс-отраслевой анализ применения методики

Предложенная модель имеет высокую степень масштабируемости. В условиях глобального рынка труда, где инженеры из США, Европы и Азии конкурируют за скорость инноваций, внедрение «быстрых образовательных треков» становится стратегическим преимуществом.

Гибкость авторской методики STEM-обучения позволяет интегрировать квалифицированные кадры в экосистемы предприятий различного масштаба - от стартапов до транснациональных корпораций. Ускоренное обучение 3D-проектированию позволяет трансформировать образовательную систему из «догоняющей» в «опережающую».

5.1. Дифференциация по масштабу бизнеса

- **Малый и средний бизнес:** Для небольших инжиниринговых компаний и дизайн-бюро время подготовки сотрудника является критическим фактором выживания. Ускоренное обучение позволяет сократить период «непроизводительного найма», когда новый сотрудник потребляет ресурсы, не создавая продукт. Это обеспечивает высокую ликвидность малого бизнеса в условиях быстро меняющихся заказов.

- **Крупные индустриальные холдинги:** В масштабах корпораций методика позволяет проводить быструю реструктуризацию целых департаментов при переходе на новые технологические рельсы (например, при внедрении генеративного дизайна или аддитивных технологий), минимизируя простой производственных линий.

5.2. Отраслевые направления применения

Внедрение интенсивного обучения 3D-проектированию генерирует добавленную стоимость в следующих ключевых секторах:

1. **Аэрокосмическая промышленность:** Проектирование сложных узлов с высокими требованиями к точности и оптимизации веса (топологическая оптимизация).

2. **Биомедицинская инженерия:** Создание кастомизированных имплантов и протезов на основе данных КТ/МРТ, где скорость моделирования напрямую влияет на сроки оказания медицинской помощи.

3. **Энергетика и нефтегазовый сектор:** Разработка цифровых двойников оборудования для прогнозирования износа и оптимизации ремонтных циклов.

4. **Потребительская электроника и промышленный дизайн:** Ускорение цикла прототипирования, позволяющее сократить показатель *Time-to-Market* на 30 - 50%.

5. **Архитектура и строительство:** Переход от плоских чертежей к объемному информационному моделированию зданий, что снижает риск коллизий при монтаже инженерных систем.

5.3. Эффект синергии

Методика формирует универсальный «технический язык» (Design Intent), который позволяет специалисту бесшовно переходить между отраслями. Это повышает

мобильность трудовых ресурсов и устойчивость экономики к отраслевым шокам: инженер, обученный по интенсивной программе в сфере автопрома, может в кратчайшие сроки адаптировать навыки для работы в секторе робототехники или зеленой энергетики.

6. Заключение

Исследование подтверждает, что интенсификация STEM-образования является эффективным ответом на кадровые вызовы современной экономики. Авторская методика обучения 3D-проектированию не только сокращает дефицит специалистов, но и обеспечивает значительный экономический эффект за счет оптимизации жизненного цикла подготовки профессиональных компетенций.

Библиографический список

Статьи из журналов и сборников / Journal Articles

1. Беккер Г.С. Человеческий капитал: теоретический и эмпирический анализ // Вопросы экономики. – 1993. – №11. – С. 12-14.
2. Хекман Дж.Дж. Инвестиции в человеческий капитал и экономический рост // Экономика образования. – 2016. – №4. – С. 25-30.

Монографии / Monographs

3. Шваб К. Четвертая промышленная революция: учеб. пособие. – М.: Эксмо, 2016. – С. 115-120.
4. Ханушек Э.А., Вессман Л. Знаниевый капитал наций: экономика качества школ. – Кембридж: MIT Press, 2015. – С. 45-52.

Диссертации и авторефераты / Dissertations

5. Смит Д.А. Экономика интенсивного обучения в инженерных дисциплинах : автореф. дис. ... д-ра экон. наук / Д.А. Смит. – Бостон, 2019. – 48 с.

Материалы конференций / Conference Proceedings

6. Инновации в STEM-образовании: сб. ст. пятой междунар. конф. / под ред. Р. Джонсона. – Нью-Йорк: Academic Press, 2022. – Вып. 3. – С. 112-118.

Законодательные материалы и отчеты / Policy & Reports

7. О стратегии развития инженерного образования и кадрового потенциала : [отчет Национального научного фонда (NSF) от 15 марта 2023 г.] // Вестник науки. – 2023. – №3. – С. 8-12.

Электронные ресурсы / Electronic Resources

8. Будущее рабочих мест и профессиональных навыков 2023 / Всемирный экономический форум. — Режим доступа: <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2023/> (дата обращения: 20.12.2023).

9. Инженерные кадры и Индустрия 4.0 / Департамент образования США. — Режим доступа: <https://www.ed.gov/stem/> (дата обращения: 15.12.2023).

Профессиональные периодические издания / Professional Journals

10. Браун Л.М. Влияние 3D-проектирования на производительность труда в аэрокосмической отрасли // Журнал инженерного менеджмента. – 2021. – №2. – С. 44-46.

Электронное научное издание

КИБЕРНАУКА

НАУЧНЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ

№1/2025

По вопросам и замечаниям к изданию, а также предложениям к сотрудничеству обращаться по электронной почте mail@scipro.ru

Подготовлено с авторских оригиналов

ISSN 3033-8131

Усл. печ. л. 2,1

Объем издания 12,2 МВ

Издание: Международный научный электронный журнал «Право, общество, справедливость»
Учредитель: Краснова Н.А.

Издательство Индивидуальный предприниматель Краснова Наталья Александровна
Адрес редакции: Россия, 603000, г. Нижний Новгород пл. М. Горького, 4/2, 4 этаж, офис №1,
Тел.: +79625087402