

DOI: 10.29141/2218-5003-2025-16-4-5

EDN: SMVADV

JEL Classification: M15, L84, O25

Возможности искусственного интеллекта в продуктово-сервисных системах промышленных компаний

О.А. Чернова

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, РФ

Аннотация. Промышленные предприятия все чаще внедряют цифровые инновации в свои продуктово-сервисные системы (PSS), однако применение ИИ-технологий сдерживается недостаточным пониманием их преимуществ. Статья посвящена выявлению потенциальных направлений использования искусственного интеллекта в PSS промышленных компаний для создания нового ценностного предложения. Методологической базой послужили концепции продуктово-сервисной системы и искусственного интеллекта. Методы исследования включали контент-анализ, структурно-логический анализ, метод описательной статистики, SWOT-анализ. Информационную базу составили официальные данные Росстата и государственных органов власти за 2023–2024 гг. Показано, что роль различных видов технологий ИИ в продуктово-сервисных системах варьируется в зависимости от типа реализуемой бизнес-модели, по-разному влияя на создание ценности. Выявлено, что в PSS промышленности наибольшее распространение получили виртуальные помощники и чат-боты. Систематизированы задачи, решаемые отдельными ИИ-технологиями в различных бизнес-моделях PSS. Выделены функциональные возможности и направления создания новых ценностных предложений в этой области с использованием ИИ-технологий. На основе SWOT-анализа определены их сильные и слабые стороны. Итоги работы вносят вклад в изучение проблематики интеллектуализации бизнес-процессов в промышленности, расширяя представления о возможностях использования ИИ-технологий в PSS промышленных компаний, выходя за рамки традиционного представления об ИИ как о «черном ящике». Результаты исследования могут быть использованы при разработке стратегии внедрения цифровых инноваций в промышленности, а также для выявления потенциальных возможностей интеллектуализации сферы продуктового сервиса.

Ключевые слова: продуктово-сервисные системы; промышленное предприятие; искусственный интеллект; бизнес-модели PSS; цифровые инновации; конкурентоспособность.

Финансирование: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-28-00161 «Методы и инструменты формирования стратегии цифровой сервитизации в сельхозмашиностроении» (<https://rscf.ru/project/25-28-00161/>) в Южном федеральном университете.

Информация о статье: поступила 20 мая 2025 г.; доработана 26 июня 2025 г.; одобрена 8 июля 2025 г.

Ссылка для цитирования: Чернова О.А. (2025). Возможности искусственного интеллекта в продуктово-сервисных системах промышленных компаний // Управленец. Т. 16, № 4. С. 70–86. DOI: 10.29141/2218-5003-2025-16-4-5. EDN: SMVADV.

The potential of artificial intelligence in industrial companies' product-service systems

O.A. Chernova

Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

Abstract. Industrial enterprises are increasingly integrating digital innovations to enhance their product-service systems (PSSs); however, the adoption of artificial intelligence (AI) is hindered by a lack of awareness of its potential benefits. The purpose of the paper is to identify prospective applications of AI technologies in PSSs of industrial enterprises to create new value propositions. This study is based on the concepts of product-service systems and artificial intelligence. Research methods are content analysis, structural and logical analysis, methods of descriptive statistics, and SWOT analysis. The evidence base covers official data from the RF Federal State Statistics Service (Rosstat) and government agencies for 2023–2024. The research findings show that the role of various types of AI technology in PSSs differs according to the business model being implemented, which produces a varying effect on value creation. Virtual assistants and chatbots are found to be the most common in industrial PSSs. The paper systematizes the tasks performed by individual AI technologies in different PSS business models and highlights AI functionality in PSSs when creating value. SWOT analysis was used to reveal the strengths and weaknesses of AI technologies in product-service systems. The work contributes to research on digitalization of business processes in industry by going beyond the conventional understanding of AI as a “black box” and finding additional opportunities for the use of AI in PSSs of industrial companies. The findings can be utilized to map out a strategy for introducing digital innovations in industry and identifying the potential for enhancing the intelligence of product-service offerings.

Keywords: product-service system (PSS); industrial enterprise; artificial intelligence; PSS business model; digital innovation; competitiveness.

Funding: This work was supported by the grant of the Russian Science Foundation No. 25-28-00161 “Methods and tools for forming a digital easement strategy in agricultural machinery” (<https://rscf.ru/project/25-28-00161/>) at Southern Federal University.

Article info: received May 20, 2025; received in revised form June 26, 2025; accepted July 8, 2025

For citation: Chernova O.A. (2025). The potential of artificial intelligence in industrial companies' product-service systems. *Upravlenets / The Manager*, vol. 16, no. 4, pp. 70–86. DOI: 10.29141/2218-5003-2025-16-4-5. EDN: SMVADV.

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня в условиях высокой изменчивости факторов внешней среды конкурентоспособное развитие промышленных предприятий предполагает постоянный поиск новых бизнес-моделей, позволяющих максимально приблизиться к нуждам потребителей, предоставить им индивидуализированные решения. В результате многие современные промышленные компании формируют продуктово-сервисные системы, переходя от традиционного «производства продукта» к производству «продукта как услуги». При этом они активно интегрируют цифровые технологии и инструменты в свои бизнес-модели, предлагая не просто услуги, а интеллектуальные услуги. Как подчеркивают исследователи, эволюция промышленного развития идет в сторону формирования сложных цифровых бизнес-экосистем с предложением новых цифровых услуг и комплексных решений [Долгова, Никитаева, 2021; Попов, Симонова, Зырянов, 2024]. Аналитики Market.us прогнозируют рост мирового рынка цифровых технологий для промышленности, включая технологии развития продуктово-сервисных систем, до 482 млрд долл. к 2032 г.¹

Цифровые инновации существенно меняют бизнес-модели промышленных компаний, позволяя разрабатывать сложные продуктово-сервисные системы, охватывающие весь жизненный цикл производимого продукта и значительно удлиняющие цепочки создания ценности. Интеллектуализация продуктово-сервисных систем трансформирует фундаментальные элементы бизнес-модели предприятия и архитектуру цепочек создания ценности, перестраивая операции, контент, структуру и управление для формирования дополнительной ценности [Sever, 2024].

В то же время в промышленном секторе цифровая трансформация продуктовых сервисов осуществляется очень медленными темпами в отличие от сферы услуг (финансы, туризм, транспорт и пр.), где в продуктово-сервисных системах уже активно внедряются различные инструменты искусственного интеллекта (ИИ). Руководство промышленных компаний часто не понимает стратегических преимуществ цифровых трансформаций и не желает менять устоявшиеся процессы [Маркушина, Балова, 2021]. Так, только 39,7 % предприятий обрабатывающей промышленности в России используют специальные программные средства для управления продажами товаров, работ, ус-

луг². Вместе с тем фиксируемый аналитиками Института статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ тренд на объединение участников цепочки создания ценности в единую экосистему³ позволяет говорить о наличии предпосылок для интеллектуализации PSS.

Для успешного развития данных процессов необходимо более глубокое понимание сущности и перспектив внедрения искусственного интеллекта в сферу промышленного сервиса. Согласно аналитическому отчету Федерального центра прикладного развития искусственного интеллекта (ФЦПР ИИ) по внедрению ИИ-решений в отраслях промышленности в 2024 г. только 20 % исследуемых компаний полностью осведомлены о возможностях, предоставляемых ИИ-технологиями, причем наибольший информационный интерес (25 %) вызывают опыт и примеры применения ИИ⁴. И хотя в современной научной литературе вопросам использования ИИ в различных сферах деятельности уделяется достаточно много внимания (так, только российскими учеными за 2021–2024 гг. было опубликовано 440 статей на конференциях уровня А⁵), описание роли ИИ в поддержке бизнес-моделей PSS, как правило, не выходит за рамки обобщенного подхода «черного ящика». ИИ рассматривается как некий универсальный инструмент без изучения того, как различные ИИ-решения могут преобразовать цепочки создания ценности в рамках разных бизнес-моделей. В результате остается пробел в понимании того, как именно ИИ может быть использован в продуктово-сервисных системах промышленных компаний, какова его роль и место в создании ценностного предложения в различных типах бизнес-моделей PSS.

Цель статьи состоит в исследовании потенциальных направлений использования искусственного интеллекта в продуктово-сервисных системах современных промышленных компаний для создания нового

² Индикаторы цифровой экономики: 2025: стат. сб. / В.Л. Абашкин, Г.И. Абдрахманова, К.О. Вишневский, Л.М. Гохберг и др. Москва: ИСИЭЗ ВШЭ. Т. 12.6. С. 188.

³ Топ-15 цифровых технологий в промышленности. (2021) // ИСИЭЗ. <https://issek.hse.ru/news/494926896.html>.

⁴ Аналитический отчет Федерального центра прикладного развития искусственного интеллекта по внедрению ИИ-решений в отраслях промышленности // ICT. Moscow. <https://ict.moscow/projects/ai/research/analiticheskii-otchet-po-vnedreniiu-ii-reshenii-v-otrasliakh-promyshlennosti-v-2024-godu/>.

⁵ Направления исследования в области ИИ // Национальный портал в сфере ИИ – Искусственный интеллект РФ. <https://ai.gov.ru/ai/research/>.

¹ Отчеты о рынке ИКТ. Market.us. <https://market.us/reports/information-and-communications-technology/>.

ценностного предложения. В рамках поставленной цели решаются следующие задачи:

- выявление направлений использования технологий искусственного интеллекта и систематизация возможностей ИИ-технологий с точки зрения решаемых ими задач в различных типах PSS-моделей промышленных компаний;
- анализ показателей использования ИИ-технологий в отечественной промышленности;
- сравнение функциональных возможностей различных видов ИИ-технологий в продуктово-сервисных системах промышленных предприятий.

ПРОБЛЕМАТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИИ В ПРОДУКТОВО-СЕРВИСНЫХ СИСТЕМАХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Продуктово-сервисные системы представляют особый вид бизнес-моделей, в которых ценностное предложение формируется на основе интеграции поставки продуктов и поставки услуг, предполагая, что продается не сам продукт, а решения, получаемые в результате его использования [Peruzzini, Wiesner, 2019]. При этом продуктовая услуга выступает частью комплексного предложения, в котором акцент смещается с владения продуктом на его использование и доступ к нему [Kowalkowski, Ulag, 2024].

Развитие цифровых технологий открыло значительные возможности создания новых ценностных предложений на базе синергии между продуктами, услугами и ИИ-решениями, что привело к появлению новых типов PSS, называемых интеллектуальными PSS, в которых ИИ самостоятельно анализирует ситуацию и принимает решение без вмешательства человека, демонстрируя при этом, как отмечается в работе [Kohtamäki et al., 2025], значительные перспективы совместного создания ценности с повышением финансовой отдачи от производства. Особенно интеллектных PSS является то, что ценность для потребителя формируется с помощью данных, полученных от продукта. Соответственно, специфика задач использования ИИ в PSS выражается в направленности ИИ-решений на преобразование традиционных бизнес-моделей на основе данных сервисной аналитики и повышения вовлеченности потребителей в процессы создания продукта [Naeem, Kohtamäki, Parida, 2025; Rather, 2025].

В современной научной литературе достаточно много внимания уделяется возможностям ИИ в различных бизнес-процессах, выявлению возникающих при этом эффектов (для повышения устойчивости, конкурентоспособности и пр.), а также рассмотрению специфики отраслевого применения ИИ. Исследователи отмечают, что в условиях цифровизации промышленные компании уже не способны обеспечивать конкурентные преимущества, используя традиционные подходы, связанные с продуктом, а должны ори-

ентироваться на реализацию комплексных решений в системе «продукт – услуга» [Yildiz, Uğur, 2022; Soellner et al., 2024]. При этом подчеркивается, что цифровые сервисы в значительной степени способствуют повышению конкурентоспособности, содействуют улучшению качества предоставляемых сервисных услуг, а также создают возможности для оптимизации бизнес-процессов.

Выделяемый учеными потенциал использования ИИ как бизнес-инструмента, позволяющего повышать эффективность промышленного предприятия и формировать конкурентные преимущества, рассматривается в различных аспектах. Например, авторы исследования [Madanaguli et al., 2024] акцентируют внимание на экосистемных функциях, которые могут быть реализованы с помощью ИИ-решений, выделяя ключевые возможности использования ИИ в трех бизнес-процессах: поиск партнеров, управление взаимодействиями и масштабирование экосистемы с учетом потребностей клиентов и партнеров. М. Абу-Фул, Х.Л. Руис-Альба и П.Х. Лопес-Тенорио рассматривают возможности ИИ в контексте его диагностических и прогностических способностей, различая: 1) возможности, повышающие ценность предложения для клиентов за счет алгоритмов персонализации на основе машинного обучения; 2) возможности повышения надежности бизнес-процессов с помощью увеличения времени безотказной и безошибочной работы; 3) возможности, улучшающие координацию использования ресурсов; 4) возможности, повышающие благосостояние общества [Abou-Foul, Ruiz-Alba, López-Tenorio, 2023].

М.Х. Хуан и Р.Т. Раст считают, что ИИ позволяет: 1) решать относительно простые повторяющиеся (рутинные) задачи (механический ИИ); 2) выявлять закономерности и осуществлять персонализацию (мыслящий ИИ); 3) выполнять реляционные функции, связанные с решением социальных, эмоциональных и интерактивных задач (чувствующий ИИ) [Huang, Rust, 2018]. Аналогичную классификацию бизнес-возможностей ИИ предлагает Т.Х. Дэвенпорт, он выделяет три их типа: автоматизация бизнес-процессов, когнитивный анализ и когнитивное взаимодействие [Davenport, 2018]. Развивая данные идеи, авторы работы [Ayala et al., 2025] выделяют возможности использования различных ИИ-решений в бэк-офисе и во фронт-офисе компаний.

С точки зрения ожидаемых эффектов от использования ИИ-решений в продуктовых сервисах промышленных компаний можно выделить два основных взаимосвязанных аспекта, рассматриваемых исследователями: 1) рост эффективности производства и снижение издержек; 2) повышение клиентоориентированности бизнес-моделей.

Увеличение эффективности производства обеспечивается за счет того, что цифровизация позволяет оптимизировать производственные и сервисные

процессы, способствует сокращению производственных циклов и более быстрому выведению продукта на рынок [Prokhin, 2020]. Объединяя нематериальные аспекты производства с материальными процессами, а также создавая возможности развития за счет децентрализованных цифровых активов, цифровизация способствует сокращению транзакционных издержек, позволяя более эффективно осваивать новые направления бизнеса [Zastupov, 2020; Татаринов, 2024]. Кроме того, услуги, построенные на основе данных, дают возможность повысить ценность предлагаемой предприятием продукции, а также эффективность процессов управления продуктово-сервисными системами [Hanski, Kortelainen, Uusitalo, 2020]. Снижение трудоемкости сложных работ и упрощение процесса их выполнения с использованием ИИ-решений потенциально способствует повышению эффективности бизнес-процессов предприятия за счет роста удовлетворенности и вовлеченности сотрудников [Bouabdallaoui et al., 2024].

Что касается возможностей роста клиентоориентированности, то, как отмечает К.Б. Герасимов [2020], цифровизация в сфере сервисных услуг дает возможность промышленным компаниям поднять взаимоотношения с клиентами на новый уровень, более полно отвечая их требованиям в отличие от конкурентов. При этом особое значение приобретают удаленные сервисы взаимодействия с клиентами, позволяющие оперативно принимать решения, связанные с использованием и обслуживанием приобретаемой продукции. Особое достоинство удаленных сервисных услуг, как отмечают С. Зельнер с соавторами [Soellner et al., 2024], выражается в том, что они становятся основой для оказания более сложных услуг по поддержке решений, направленных на повышение эффективности использования предлагаемого продукта.

Адаптация производимого продукта под индивидуальные потребности клиента становится одним из важнейших условий современного конкурентоспособного развития промышленных компаний. Производители переходят от персонализации как индивидуального подхода к клиентам к кастомизации, которая предполагает вовлеченность потребителя в производственный процесс, предлагая ему самому «настроить» продукт под свои требования [Анмас, 2023]. При этом использование ИИ позволяет снять ограничения массовой кастомизации, связанные с пассивным участием клиентов в проектировании, формируя реальную возможность совместного создания ценности производителем и потребителем [Wang et al., 2025; Yang, 2025].

Конкурентоспособность промышленной компании становится зависимой от инновационности предлагаемых ею услуг. В PSS промышленных компаний нашли применение следующие виды ИИ-технологий: виртуальные и голосовые помощники, чат-боты для

взаимодействия с пользователями в режиме реального времени; робототехника, позволяющая автоматизировать бизнес-процессы; компьютерное зрение и системы распознавания объектов; технологии анализа данных [Ruiz-Real et al., 2021; Вешнева, 2023; Kelly, Kaye, Oviedo-Trespalacios, 2023]. При этом комплекс предоставляемых ИИ-решений может охватывать либо все этапы создания ценностного предложения, начиная от прогнозирования до интеллектуального управления, либо отдельные его составляющие. Кроме того, предприятие может реализовать бизнес-модели PSS, различаемые тем, как создается ценность продуктово-сервисного предложения – с фокусом на продукт или на услугу, ориентировано ли оно на процесс или на результат [Tukker, 2004].

Однако реализация технологий ИИ любого вида требует определенного уровня цифровой зрелости промышленного предприятия, поскольку неверно выбранное решение может привести к риску неэффективной интеграции прорывных цифровых технологий в существующие бизнес-процессы [Chernova, Knyazev, 2024]. Цифровая зрелость компании определяется совокупностью факторов, характеризующих различные аспекты ее деятельности, связанные с цифровой трансформацией: организационная структура, используемые технологии, квалификация сотрудников, бизнес-процессы и пр. [Краковская, Корокошко, Слушкина, 2024; Haryanti, Rakhmawati, Subriadi, 2024; Печаткин, Ялалова, 2025]. В зависимости от уровня цифровой зрелости компания может реализовывать те ИИ-решения, которые позволяют ей получить наибольшее конкурентное преимущество [Hamidi et al., 2024; Tagscherer, Carbon, 2025]. В связи с этим большое значение приобретает исследование возможностей применения различных технологий ИИ для продуктовых сервисов, позволяющее понять, для создания какого ценностного предложения они используются и какие эффекты ожидаются к получению. Однако в существующей научной литературе имеется пробел знаний в отношении такого анализа.

В табл. 1 представлены основные направления исследований в сфере использования ИИ в продуктово-сервисных системах промышленности, а также их результаты и имеющиеся ограничения.

В целом можно сказать, что, несмотря на достаточно большое число публикаций, посвященных проблематике внедрения искусственного интеллекта в PSS промышленности, недостаточно изученным остается вопрос о том, какие возможности создания ценностного предложения будут получены при использовании различных технологий ИИ; как различные ИИ-решения могут усилить эффекты от реализации отдельных типов бизнес-моделей PSS. Устранение этого пробела поможет руководству промышленных компаний принимать эффективные решения в сфере реализации цифровых инноваций в продуктово-сер-

Таблица 1 – Направления исследований в области использования ИИ в PSS
Table 1 – Research directions in the field of AI use in PSSs

Направление исследований	Основные результаты исследований	Ограничения исследований
Анализ различных типов бизнес-моделей PSS промышленности	Оценка эффективности и области применения различных типов бизнес-моделей	Не рассматриваются возможности отдельных ИИ-технологий при создании ценностного предложения в различных типах моделей PSS
Эффекты внедрения ИИ в PSS промышленности	Классификация бизнес-возможностей ИИ и реализуемых ими экосистемных функций, в том числе с учетом отраслевой специфики. Обоснование возможностей ИИ в решении задач оптимизации бизнес-процессов и повышении клиентоориентированности бизнеса	Не рассматривается роль отдельных видов ИИ-технологий в получении тех или иных эффектов
Оценка уровня готовности предприятия к внедрению ИИ-решений	Разработка подходов к оценке уровня цифровой готовности / зрелости промышленных компаний. Формирование подходов и рекомендаций по реализации стратегий интеграции ИИ-решений на предприятии	Не учитывается, что для внедрения различных типов ИИ-технологий предполагается разный уровень цифровой готовности предприятия. Не в полной мере учитывается специфика бизнес-моделей PSS, связанная с вовлеченностью в цепочки создания ценности различных внешних участников, которые также должны обладать определенным уровнем готовности к использованию тех или иных ИИ-решений

висных системах, принимая во внимание, что каждая технология ИИ имеет свои преимущества и недостатки в решении определенного типа задач. Это подчеркивает актуальность цели данного исследования.

ИИ В PSS ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПАНИЙ: НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И РЕШАЕМЫЕ ЗАДАЧИ

В настоящее время многие мировые промышленные лидеры активно внедряют ИИ в сферу продуктово-сервисных услуг. По данным Global Market Insights, мировой рынок искусственного интеллекта в обрабатывающей промышленности в 2024 г. оценивался в 4,2 млрд долл. США с прогнозируемым среднегодовым темпом роста 31,2 %¹.

Лидерами в области интеллектуализации промышленного производства являются США и Китай. В США в 2023 г. учреждено глобальное партнерство в области ИИ, объединившее восемь ведущих компаний в сфере разработки ИИ (Amazon, Anthropic, Google и др.) с совокупной долей рынка в 2024 г. около 75 %. В Китае количество внедренных проектов в рамках программы «5G + промышленный интернет» в 2022 г. составило 4 000 (в 2021 г. – 1 800). Ожидается, что в 2025 г. затраты промышленных компаний на цифровые технологии составят 10 трлн юаней (131,9 трлн р.)².

Роль ИИ в формировании ценностного предложения в продуктово-сервисных системах промышленных компаний определяется ориентацией бизнес-модели на продукт, услугу, процесс или результат.

В бизнес-моделях, сфокусированных на продукте, ИИ-технологии используются для интеллектуализации продуктов, что наиболее распространено в высокотехнологичных отраслях промышленности. Например, С.М. Евсеев [2021] приводит примеры интеллектуализации приборостроительных компаний, производящих датчики, регуляторы, сигнализаторы и пр. Использование ИИ в робототехнике помогает производственным сборочным роботам и роботизированным пилотам функционировать более эффективно и безопасно [Soori, Arezoo, Dastres, 2023]. В машиностроении (автомобилестроение, сельскохозяйственное машиностроение, производство дорожной техники и пр.) производимые транспортные средства оснащаются интеллектуальными системами, позволяющими осуществлять дистанционное управление и обслуживание, определять оптимальные параметры работы и выполнять настройку в режиме реального времени [Рогов и др., 2014].

В системах железнодорожного машиностроения ИИ используется в рамках концепции «умный вагон» для мониторинга технического состояния подвижного состава, а также выявления участков путей, требующих ремонта [Зеленцова, Уколов, Тихонов, 2023]. Датчики вибрации позволяют получить данные о наличии дефектов в отдельных деталях оборудования или обслуживающей его инфраструктуры [Puttegowda, Ballupete Nagaraju, 2025]. Так, в нидерландской компании Strukton Rail, предоставляющей разнообразные решения в области железнодорожного транспорта, при помощи ИИ предсказываются и отслеживаются поломки и неполадки стрелок путей, поддерживается их оптимальное состояние³.

¹ Размер и доля ИИ на производственном рынке. Прогнозный отчет 2034 г. // GMI. <https://www.gminsights.com/ru/industry-analysis/artificial-intelligence-ai-in-manufacturing-market>.

² China. Die wichtigsten Informationen auf einen Blick // Germany Trade & Invest. <https://www.gtai.de/de/trade/welt/asien/china-118928#entwicklungsprojekte>.

³ Strukton Track Scan // Strukton. <https://struktonrail.com/innovations/strukton-track-scan/>.

Технологии ИИ, используя данные, собираемые камерами, радарами, ультразвуковыми датчиками, тепловизорами, помогают решить вопросы безопасности и маршрутизации при управлении транспортным средством [Saki, Soori, 2025]. Например, Tesla, задействовав ИИ, предоставляет автомобили с системой автопилота, где присутствует автоматическое управление и дается информация о возможной угрозе и об опасных моментах на трассе. BMW на базе программного алгоритма Monolith осуществляет достоверное предсказание аэродинамических характеристик транспорта. В автомобилях Kia интегрирована схема компьютерного зрения, благодаря которой настраиваются зеркала и положение сидений для удобства автомобилиста и повышения безопасного вождения¹.

В бизнес-моделях, фокусирующихся на услуге, ИИ-решения используются для создания ценностного предложения: а) сглаживающих услуг, связанных с доставкой, техобслуживанием, ремонтом, технической помощью; б) адаптационных услуг, расширяющих функциональные возможности продукта; в) заменяющих услуг, предполагающих замену покупки товара услугой, например его арендой [Cusumano, Kahl, Suarez, 2015].

Интеллектуализация сглаживающих сервисных услуг в большинстве случаев выражается в применении роботизированных систем доставки, позволяющих отслеживать наличие и маршрут товаров [Reis et al., 2020; Kocerova, Kalkis, Roja, 2024]. Примером использования ИИ в сглаживающих сервисных услугах является китайская компания Xiaomi, где ИИ автоматизирует процессы обслуживания клиентов и управления запасами [Zhang, 2024]. В рамках адаптационных интеллектуальных услуг покупателям предоставляется оборудование дополнительного программного обеспечения с учетом их особых потребностей [Ayala et al., 2017]. Сервис цифрового каршеринга иллюстрирует возможности использования ИИ в заменяющих услугах [Pérez-Moure, Lampón, Cabanelas, 2024].

В бизнес-моделях, ориентированных на процесс, ИИ-решения позволяют совершенствовать производственные и коммерческие процессы предприятия. Они служат для оптимизации планирования производства, технического обслуживания и контроля качества [Mota et al., 2025]. Например, авторы исследования [Akbari et al., 2025] рассматривают возможности использования ИИ для управления процессом сварки с мгновенной корректировкой параметров данного процесса. В последние годы ИИ активно используется для диагностики состояния оборудования и его компонентов: в процессах горячей прокатки стали [Zhang et al., 2024], для контроля состояния подшипников

[Ибрияева, Мохаммад, 2022], для диагностики состояния печей химического коксования [Zhu et al., 2025] и др.

Наряду с этим ИИ применяется для отслеживания процессов взаимодействия компании с потребителями и партнерами в целях расширения или добавления функциональных свойств продукта [Le-Dain et al., 2023; Dragović et al., 2024], предоставления индивидуальных рекомендаций по продуктам, помогая стратегическому планированию и принятию решений [Echegu, 2024; Sreekala et al., 2024]. Так, CEMEX, одна из крупнейших в мире компаний по производству цемента, для улучшения своих бизнес-процессов внедрила систему Smart Silo™, которая с помощью интеллектуальных датчиков в хранилище клиента передает сведения об объемах использования цемента, имеющихся резервах, а также о необходимости доставки². Компания General Electric (GE) применяет внутрикорпоративную платформу AI Wingmate на базе генеративного ИИ, позволяющую осуществлять эффективные взаимодействия сотрудников³.

Стоит отметить, что ИИ в бизнес-моделях, ориентированных на процесс, достаточно часто используется в целях реализации принципов циркулярной экономики [Sjödin, Parida, Kohtamäki, 2023], что повышает ценность создаваемого предложения не только для индивидуальных пользователей, но и для общества в целом.

В бизнес-моделях, ориентированных на результат, ИИ-решения позволяют повышать эффективность эксплуатации проданного оборудования на основе удаленного непрерывного мониторинга его состояния и условий использования с прогнозированием возможных поломок и разработки превентивных решений по устранению проблем⁴. Например, американская компания Joy Global Inc, производящая землеройно-транспортные машины для подземных и открытых горных работ, в рамках бизнес-процесса «интеллектуальный мониторинг» устанавливает на продаваемую технику датчики, которые позволяют потребителям получить своевременные уведомления о приближающемся сроке замены отдельных деталей или необходимости сервисного обслуживания⁵. Наряду

² Thomas E. (2022). CEMEX shares progress in 'Working Smarter' digital transformation initiative // World Cement. <https://www.worldcement.com/europe-cis/09022022/cemex-shares-progress-in-working-smarter-digital-transformation-initiative/>.

³ Hyde L. (2024). The platform has been designed to improve customer service, enhance security and compliance, and aid colleague training // Technology Record. <https://www.technologyrecord.com/article/ge-aerospace-rolls-out-generative-ai-platform-to-52000-employees>.

⁴ Ласовский В. Искусственный интеллект: промышленные трансформации и будущее эффективности. <https://bigdata.beeline.ru/blog/articles/ai-v-promyshlennosti?ysclid=m9zwehpy52725804419>.

⁵ Joy Global Delivers the Smart, Connected Mine // ARC Advisory Group. <https://www.arcweb.com/blog/joy-global-delivers-smart-connected-mine>.

¹ Как искусственный интеллект трансформирует автомобильную промышленность? https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.aa650843-680e329e-e303aba1-4722d776562/ <https://www.edureka.co/blog/ai-in-automotive>.

ду с этим использование ИИ в PSS позволяет повысить операционную эффективность самой компании-производителя, реализовать новые инновационные возможности [Astawa, Arsha, 2024].

Таким образом, очевидно, что в различных типах бизнес-моделей PSS промышленных компаний могут быть использованы различные ИИ-технологии для решения тех или иных задач формирования ценностного предложения. В табл. 2 продемонстрировано, каким образом ИИ-технологии могут усилить конкурентные преимущества промышленной компании за счет формирования новых ценностных предложений.

В целом можно отметить, что в бизнес-моделях, направленных на продукт, ИИ, как правило, служит для интеллектуализации создаваемого продукта и формирования персонализированного предложения, способствуя реализации стратегии совместного создания ценности на основе вовлечения потребителей в бизнес-процессы предприятия. В случае ориентации на услугу такие технологии применяются для интеллектуализации клиентских услуг, связанных с продуктом, обеспечивая их доступность и удобство использования для потребителя. В бизнес-моделях, нацеленных на процесс, ИИ позволяет обеспечить ускорение и повышение надежности и безопасности производственных бизнес-процессов. Если же во главу угла поставлен результат, ИИ помогает повысить

ценность продукта, обеспечивая эффективность его использования за счет удаленного послепродажного обслуживания.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОДУКТОВО-СЕРВИСНЫХ СИСТЕМАХ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Внедрение ИИ-технологий в практику деятельности российских промышленных компаний до 31.12.2024 осуществлялось в соответствии с Указом Президента РФ от 10.10.2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» в рамках утвержденного в 2020 г. федерального проекта «Искусственный интеллект».

С 01.01.2025 этот проект включен в состав национального проекта «Экономика данных и цифровая трансформация государства». Для развития ИИ-технологий в отечественном производстве создана государственная информационная система промышленности (ГИСП), имеющая сервисы по подбору решений с использованием технологий ИИ, а также возможность оценки уровня цифровой зрелости предприятия. Поддержка цифровой трансформации и внедрения технологий ИИ в деятельность промышленных компаний осуществляется Федеральным центром прикладного развития искусственного интеллекта. В настоящее время внедрение ИИ является одним

Таблица 2 – Возможности ИИ-технологий в формировании ценностного предложения в различных бизнес-моделях PSS
Table 2 – Capabilities of AI technologies in crafting value proposition within PSS business models

ИИ-технологии	Влияние на ценностное предложение в бизнес-моделях			
	Ориентированные на продукт	Ориентированные на услугу	Ориентированные на процесс	Ориентированные на результат
Виртуальные и голосовые помощники, чат-боты	Круглосуточное предоставление персонализированного предложения и рекомендаций новых продуктов	Круглосуточное предоставление персонализированных услуг и рекомендаций по новым услугам	Улучшение координации использования ресурсов за счет автоматизации типовых запросов и выполнения рутинных задач	Персонализированное дистанционное послепродажное обслуживание, улучшающее координацию использования продукта
Робототехника	Повышение надежности бизнес-процессов за счет увеличения времени безотказной и безошибочной работы, интеграции процессов производства, технического обслуживания и контроля качества	Повышение надежности бизнес-процессов, связанных с транспортировкой, складированием, техническим обслуживанием продукции	Ускорение и повышение надежности производственных бизнес-процессов. Повышение безопасности ведения сложных и опасных работ	Улучшение координации использования продукта потребителем, повышение безопасности ведения сложных и опасных работ
Компьютерное зрение		Возможности, улучшающие координацию использования ресурсов на основе диагностики и визуализации данных, идентификации интереса потребителей к товару	Ускорение и повышение надежности бизнес-процессов. Улучшение координации использования ресурсов	Улучшение координации использования продукта за счет оперативного дистанционного выявления возможностей повышения эффективности его эксплуатации или устранения проблем
Технологии анализа данных	Разработка персонализированного предложения, обеспечение кастомизации производства	Повышение надежности бизнес-процессов, связанных с оказанием услуг клиентского сервиса	Разработка персонализированного предложения и обеспечение кастомизации производства на основе улучшения процессов бизнес-аналитики	Повышение надежности процессов прогнозной аналитики в отношении продажи дополнительных товаров или услуг

из условий получения ряда мер государственной поддержки среднего и крупного бизнеса¹. Согласно Национальной стратегии развития искусственного интеллекта на период до 2030 г. ожидается, что объем затрат организаций на внедрение и использование ИИ-решений в 2030 г. вырастет до 850 млрд р. в год (со 123 млрд р. в 2022 г.)².

Тем не менее ИИ-технологии внедряются в бизнес-процессы российских промышленных компаний довольно низкими темпами. Так, по данным Росстата

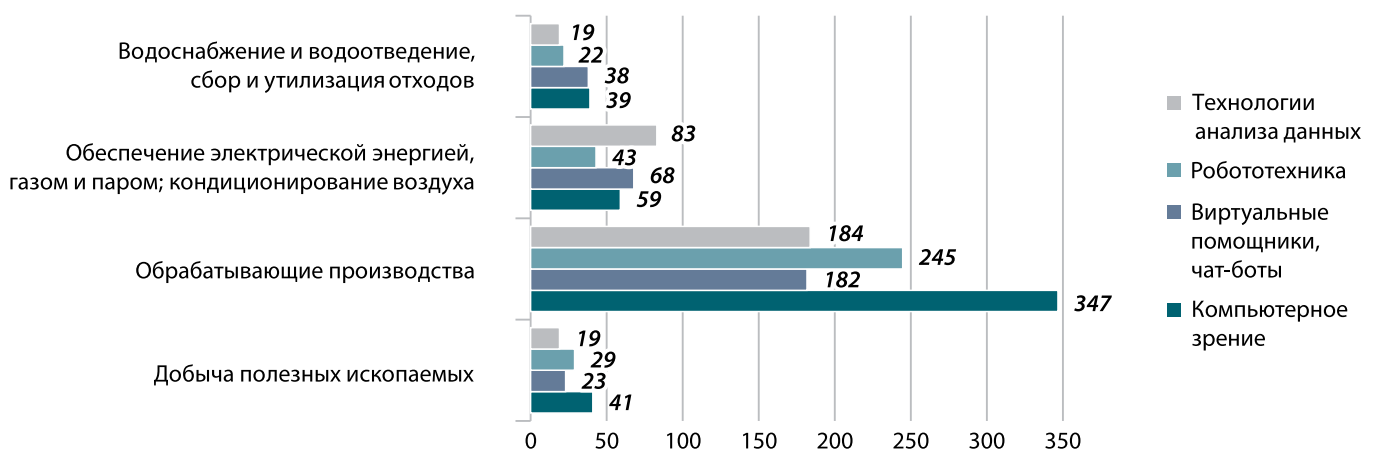
¹ О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации (вместе с Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года): указ Президента РФ от 10.10.2019 № 490 (ред. от 15.02.2024).

² В редакции Указа Президента РФ от 15.02.2024 № 124.

в 2023 г. из 15 320 организаций, использовавших искусственный интеллект, только 1 135 (7,4 %) относились к сфере промышленного производства. В основном это предприятия обрабатывающей промышленности (преимущественно отрасли машиностроения). Число организаций в отраслях российской промышленности, использующих ИИ-технологии, отражено на рисунке.

В табл. 3 представлена описательная статистика, характеризующая уровень использования ИИ-технологий в отечественной промышленности по состоянию на 2023 г.

Как видно из приведенных данных, существует большой разброс значений показателей использования ИИ-технологий в отдельных отраслях промышленности. Наибольшее число организаций, применяю-



Число организаций, использовавших искусственный интеллект в 2023 г. в отраслях промышленности, ед.¹

The number of organizations using artificial intelligence in 2023 by industry, units

Таблица 3 – Deskриптивная статистика по использованию ИИ-технологий в российской промышленности
Table 3 – Descriptive statistics on the use of AI technologies in Russian industry

Показатель	Число организаций, использовавших ИИ-технологии	В том числе по видам ИИ-технологий			
		Компьютерное зрение	Виртуальные помощники, чат-боты	Робототехника	Технологии анализа данных
Среднее	45,4	20	13,9	13,5	13,8
Стандартная ошибка	10,188	3,470	3,106	2,335	3,735
Медиана	32	11,5	8,5	10	7,5
Мода	20	6	2	2	19
Стандартное отклонение	50,940	16,999	15,217	11,673	17,520
Дисперсия выборки	2594,9	288,9	231,6	136,3	306,9
Эксцесс	7,344	0,444	6,894	1,006	12,120
Асимметричность	2,546	1,130	2,382	1,314	3,180
Интервал	230	59	67	42	82
Минимум	3	1	1	1	1
Максимум	233	60	68	43	83
Сумма	1135	480	310	337	303

Примечание. Составлено по: Росстат – наука, инновации и технологии. <https://rosstat.gov.ru/statistics/science>; Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ. <https://issek.hse.ru/>.

¹ Источник: Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг (итоги статнаблюдения по ф. № 3-информ) // Росстат. <https://rosstat.gov.ru/statistics/science>.

щих ИИ-технологии, относятся к сферам обеспечения электроэнергией, газом и паром, водоснабжения, водоотведения, сбора и утилизации отходов, а также пищевой промышленности. Наименее интеллектуализированными являются производство текстильных изделий, одежды, а также кожи и изделий из нее. Отметим также, что для большинства отраслей промышленности характерны низкие значения показателей, ближе к минимальному.

Показатели эксцесса свидетельствуют об острокопечном распределении, которое более всего выражено в области технологий анализа данных. Для этого же показателя характерна и самая высокая асимметричность с наибольшим размахом вариации.

Согласно аналитическому отчету по внедрению ИИ-решений в отраслях промышленности в 2024 г., составленному ФЦПР ИИ, доля российских промышленных компаний, использовавших ИИ, составила 35 %¹. Среди внедривших ИИ-решения предприятий в промышленной эксплуатации находятся только 53 %, остальные – пилотные проекты. Согласно этому же отчету 40 % промышленных компаний не применяют технологии ИИ, а 25 % находятся на разных этапах внедрения таких решений.

В опубликованном Национальным центром развития ИИ при Правительстве РФ документе приведены кейсы внедрения инструментов ИИ в промышленных компаниях². Результаты проведенного экспертами международной консалтинговой компании «Яков и партнеры» опроса крупнейших компаний РФ в 15 ключевых индустриях, а также данные Росстата демонстрируют, что ИИ применяется преимущественно в сфере маркетинга и продаж (66 %) и для клиентского сервиса (54 %), что в целом соответствует мировым трендам³.

Следует отметить, что согласно упомянутому ранее аналитическому отчету уровень удовлетворенности руководства компаний работой внедренных ИИ-решений в среднем составляет 6,1 по десятибалльной шкале⁴. Основные преимущества ИИ, по их мнению, выражаются возможностями повышения социально-экономического потенциала компании, а недостатки связываются с высокими затратами на внедре-

ние и эксплуатацию, нехваткой квалифицированных кадров, а также техническими сложности и ненадежностью.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИИ-ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОДУКТОВО-СЕРВИСНЫХ СИСТЕМАХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ЦЕННОСТНЫХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ

Как справедливо отмечают Д. Тен, Ч. Йе и В. Мартинес [Teng, Ye, Martinez, 2025], ИИ-технологии позволяют не просто оптимизировать существующие бизнес-процессы, а привести к созданию новых ценностных предложений на основе более глубокого понимания производителями задач и выгод, которые ищут потребители, а также проблем, которые они испытывают при использовании текущих решений. Основные направления создания новой ценности при использовании ИИ в PSS промышленности таковы:

- предложение персонализированных продуктов и продуктовых услуг, а также персонализированных взаимодействий с потребителем с учетом их демографических характеристик и предпочтений;
- улучшенная коммуникация между продуктом и его пользователем на основе использования искусственного интеллекта и технологий виртуальной помощи в целях предсказания поломок, оптимизации энергопотребления и режимов работы в конкретных условиях;
- оптимизация бизнес-процессов: повышение эффективности, надежности, безопасности и качества выполнения производственных логистических, складских и других операций с использованием робототехники и компьютерного зрения, а также интеллектуальных систем мониторинга состояния запасов продукции и прогнозирования потребностей.

Каждый вид ИИ-технологий может быть пригоден для различных целей в PSS промышленных компаний. Функциональные возможности искусственного интеллекта для создания новых ценностных предложений представлены в табл. 4.

Потенциальный вклад ИИ-технологий в решение данных задач рассмотрим с помощью SWOT-анализа (табл. 5). Его результаты базировались на идеях А. Эчегу [Echeagu, 2024] о том, что анализ возможностей использования ИИ в бизнес-процессах компаний должен включать аспекты, связанные с операционной эффективностью и качеством обслуживания, а также на точке зрения К. Кима с соавторами [Kim et al., 2016], что применение ИИ-технологий в моделях PSS связано с выгодами и угрозами как для клиента, так и для поставщика услуг.

Таким образом, каждый вид ИИ-технологий представляет промышленным компаниям возможность перехода от разовой продажи продукта к систематическому взаимодействию с клиентами, позволяя увеличить эффективность и управляемость своих

¹ Аналитический отчет по внедрению ИИ-решений в отраслях промышленности в 2024 г. <https://ict.moscow/static/71626349-1f91-53c1-855f-9d067640db60.pdf>.

² 2023 Опыт применения ИИ в промышленности в 2023 г. // НЦПРИИ. https://ai.gov.ru/knowledgebase/vnedrenie-ii/2023_opyt_primeneniya_ii_v_promyshlennosti_v_2023_godu_ncrii/.

³ Искусственный интеллект в России – 2023: тренды и перспективы // Яков и партнеры. 2023. <https://yakovpartners.ru/publications/ai-future/>; Сведения об использовании цифровых технологий и производстве связанных с ними товаров и услуг (итоги статнаблюдения по ф. № 3-информ) // Росстат. <https://rosstat.gov.ru/statistics/science>.

⁴ Аналитический отчет по внедрению ИИ-решений в отраслях промышленности в 2024 г. <https://ict.moscow/static/71626349-1f91-53c1-855f-9d067640db60.pdf>.

Таблица 4 – Функциональные возможности использования ИИ-технологий в PSS для создания ценности
Table 4 – AI potential functionality in PSSs to create value

Создаваемая ценность	Функциональные возможности	ИИ-технологии			
		Виртуальные и голосовые помощники, чат-боты	Робототехника	Компьютерное зрение	Технологии анализа данных
Оптимизация бизнес-процессов	Повышение качества прогнозной аналитики	+	-	-	+
	Автоматизация рутинных задач	+	+	-	+
	Сокращение времени бизнес-процессов	-	+	+	-
	Улучшение процессов управления запасами	-	+	+	+
	Снижение рисков мошенничества	-	-	+	-
Улучшенная коммуникация между продуктом и пользователем	Повышение числа обрабатываемых заявок	+	-	-	-
	Мониторинг процессов в режиме реального времени	-	-	+	-
	Возможность профилирования клиентов и таргетирование рекламы	+	-	-	+
Предложение персонализированных решений	Помощь в стратегическом планировании, моделировании, предоставлении рекомендаций	+	-	-	+

Таблица 5 – SWOT-анализ возможностей использования ИИ-технологий в PSS
Table 5 – SWOT analysis of the AI potential in PSSs

Виды ИИ-технологий	SWOT-анализ			
	Сильные стороны	Слабые стороны	Возможности	Угрозы
Виртуальные помощники и чат-боты	Способность осуществлять круглосуточную обработку запросов, обеспечивая доступность и персонализированность помощи клиентам, повышая число обслуживаемых заказов. Получение данных для прогнозной аналитики на основе анализа содержания и тем запросов	Наличие проблем недопонимания при обработке сложных запросов. Сложности с защитой клиентской информации	Тенденции к реализации социальных функций поддержки людей с ограниченными возможностями и повышение инклюзивности ценностного предложения	Уязвимость сети к действиям злоумышленников, которые могут рассылать вредоносные программы на устройства пользователей
Робототехника	Повышение эффективности выполнения трудоемких, сложных и рутинных задач, снижение количества ошибок, улучшение качества выполнения операций, предоставление возможностей для персонализированного обслуживания	Необходимость тщательного контроля и обслуживания роботизированных систем для предотвращения сбоев в их работе. Предполагает значительные инвестиции и привлечение квалифицированного персонала	Национальная стратегия развития робототехники, предоставляющая возможности выхода на рынок перспективных отечественных компаний, предлагающих ИИ-решения в области PSS	Высокий уровень конкуренции на рынке робототехники. Геополитические барьеры для развития рынка робототехники
Компьютерное зрение	Уменьшение влияния человеческого фактора, снижение рисков ошибок и мошенничества. Автоматизация выполнения рутинных задач. Позволяет увеличить функциональность продукта, а также обеспечить ряд персонализированных настроек	Необходимы значительные объемы данных и большие вычислительные ресурсы для машинного обучения. Возможны проблемы с совместимостью с используемыми на предприятии программными системами, приложениями, кодами (legacy-системами)	Наличие отечественных разработок в области ПО для машинного зрения, способных конкурировать с зарубежными аналогами	Технологические сложности внедрения технологий, связанные с введенными санкционными ограничениями в отношении российского ИТ-сектора со стороны недружественных стран
ИИ-технологии анализа данных	Повышение качества прогнозной аналитики на основе обработки значительных массивов информации, что позволяет создавать более персонализированные продукты и услуги	Для внедрения таких технологий требуется множество разнообразных ресурсов: мощные компьютеры, обширные массивы данных, высококвалифицированный персонал, инвестиции в разработку и внедрение и пр.	Государственная политика по обеспечению доступности больших данных	Угроза утечки данных и кибербезопасности

бизнес-процессов, а также способствует масштабированию сервиса и обеспечению определенного уровня качества. Для клиентов интеграция ИИ-технологий в PSS предприятия означает поддержание функциональности приобретенного продукта на протяжении всего его жизненного цикла. Основные возможности внедрения ИИ-технологий связаны с реализацией обновленной Национальной стратегии развития искусственного интеллекта до 2030 г., направленной на создание нормативно-правовой базы в отношении использования ИИ, стимулирование исследований и разработок в области ИИ, а также повышение доступности больших данных. Большое значение для стимулирования процессов внедрения ИИ в PSS промышленных компаний может иметь разрабатываемый в настоящее время Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии стандарт по использованию ИИ в машиностроении. Это обусловлено тем, что эволюция промышленного развития идет в сторону формирования сложных цифровых бизнес-систем, и для того, чтобы развивать такие экосистемы, безусловно, нужен отраслевой цифровой стандарт, позволяющий выстроить полноценную вертикально интегрированную цифровую экосистему. Единые стандарты помогут реализовать цифровые решения, базируясь на одних и тех же принципах организации бизнес-процессов, и поэтому могут выступать индикаторами эффективности цифровых решений. Кроме того, цифровые стандарты устанавливают требования к шифрованию, аутентификации и авторизации, что делает информационные системы более защищенными.

Однако, несмотря на возможности ИИ в создании нового ценностного предложения, по данным FinancesOnline (ведущей платформы для поиска и изучения бизнес-программ) предприятия чаще всего используют ИИ только для обслуживания клиентов и управления взаимоотношениями¹. Е.Р. Шарко и В.А. Ребязина также отмечают, что в настоящее время цифровая сервитизация в большей степени имеет тенденцию быть ориентированной на клиента и продукт, чем на развитие внутреннего потенциала и конкурентных позиций компании [Sharko, Rebiazina, 2023].

В то же время интеллектуализация продуктово-сервисных систем промышленных предприятий не только позволяет повысить операционную эффективность и усилить клиентоориентированность сервиса, но и выступает важным фактором повышения конкурентоспособности отечественной промышленности на внутреннем и внешнем рынках, а следовательно, достижения технологического суверенитета и усиления национальной безопасности. Только согласованное применение комплекса интеллектуальных решений

в продуктово-сервисных системах с максимальным использованием потенциала всех ИИ-технологий будет способствовать решению данных задач.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В современных условиях хозяйствования конкурентоспособное развитие промышленных предприятий основывается на трансформации цепочек создания стоимости с включением в них продуктовых услуг. При этом технологии искусственного интеллекта все чаще внедряются в бизнес-процессы оказания продуктово-сервисных услуг, позволяя предприятиям снизить влияние человеческого фактора, значительно ускорить бизнес-процессы и персонализировать предложение «продукта как услуги». Делая акцент на усиление клиентоориентированности бизнес-моделей, менеджмент промышленных компаний, тем не менее, не в полной мере осознает преимущества и недостатки использования ИИ-технологий в различных типах продуктово-сервисных систем.

В исследовании показано, что роль ИИ в PSS варьируется от типа реализуемой бизнес-модели (ориентация на продукт, обслуживание, процесс или результат), по-разному участвуя в создании ценности. Предложенная систематизация задач, решаемых отдельными видами ИИ-технологий, позволяет более точно понять роль ИИ в формировании ценностного предложения.

Анализ процессов интеллектуализации продуктово-сервисных систем отечественной промышленности демонстрирует, что наиболее активно данные процессы осуществляются в высокотехнологичном секторе обрабатывающего производства с преимущественным использованием ИИ-технологий в маркетинге и клиентском сервисе, причем наибольшую популярность имеют голосовые и виртуальные помощники, а также чат-боты.

В рамках SWOT-анализа выявлены сильные и слабые стороны использования отдельных видов ИИ-технологий в PSS. Возможности внедрения ИИ-технологий в отечественной промышленности во многом связаны с реализацией Национальной стратегии развития искусственного интеллекта, а также стандартизацией процессов применения ИИ в промышленности, формирующих институциональную, информационную и инфраструктурную среду цифрового развития.

Ожидается, что ИИ в PSS будет способствовать укреплению конкурентоспособности промышленных компаний на внутреннем и внешнем рынках. В то же время данные аспекты требуют дополнительного изучения и являются предметом дальнейших исследований.

Основное ограничение исследования связано с тем, что оно рассматривает опыт использования ИИ-технологий в PSS промышленных предприятий в целом без учета отраслевой специфики решаемых с их

¹ 70 Vital Artificial Intelligence Statistics: 2024 Data Analysis & Market Share. <https://financesonline.com/artificial-intelligence-statistics/>.

помощью задач. Тем не менее работа вносит важный вклад в исследование проблематики интеллектуализации бизнес-процессов в промышленности. С точки зрения теоретической значимости она помогает расширить представления о возможностях использования ИИ в PSS промышленных компаний. В частности, показано, что роль различных видов технологий ИИ в продуктово-сервисных системах варьируется в зависимости от типа бизнес-модели PSS, по-разному влияя на создание ценности. Это служит более точному пониманию их потенциала, за рамками «черного ящика». Предложенная систематизация решаемых ИИ-технологиями задач в различных типах продукто-

во-сервисных систем позволяет обосновать возможности повышения их эффективности на основе использования ИИ.

Практическая значимость исследования выражается в том, что анализ функциональных возможностей применения ИИ-технологий в PSS промышленных предприятий, а также описание решаемых задач в различных типах бизнес-моделей могут быть полезны в рамках разработки промышленными компаниями стратегии внедрения цифровых инноваций, а также для выявления потенциальных возможностей интеллектуализации сферы продуктового сервиса. ■

Источники

- Вешнева И.В. (2023). Технологии искусственного интеллекта: классификация, ограничения, перспективы и угрозы // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право. Т. 23, № 4. С. 428–438. <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2023-23-4-428-438>
- Герасимов К.Б. (2020). Принципы успешного внедрения инноваций в сфере услуг // Инновации. № 5 (259). С. 53–59. <https://doi.org/10.26310/2071-3010.2020.259.5.008>
- Долгова О.И., Никитаева А.Ю. (2021). Инновации бизнес-моделей: цифровизация, сервитизация и кастомизация в деятельности промышленных компаний // Друкеровский вестник. № 6. С. 4–16. <https://doi.org/10.17213/2312-6469-2021-6-4-16>
- Евсеев С.М. (2021). Обзор направлений интеллектуализации продукции и деятельности приборостроительного предприятия // Инновации. № 5 (271). С. 35–42. <https://doi.org/10.26310/2071-3010.2021.271.5.004>
- Зеленцова Л.С., Уколов В.Ф., Тихонов А.И. (2023). Развитие интеллектуализации промышленности России: стратегический подход // Управление. Т. 11, № 4. С. 17–24. <https://doi.org/10.26425/2309-3633-2023-11-4-17-24>
- Ибраева О.Л., Мохаммад М.Н. (2022). Диагностика неисправностей подшипников качения с использованием пиков спектра и нейронных сетей // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Вычислительная математика и информатика. Т. 11, № 2. С. 59–71. <https://doi.org/10.14529/cmse220205>
- Краковская И.Н., Корокошко Ю.В., Слушкина Ю.Ю. (2024). Цифровая зрелость промышленных предприятий: опыт оценки // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. Т. 40, № 3. С. 433–459. <https://doi.org/10.21638/spbu05.2024.305>
- Маркушина Е.В., Балова Н.А. (2021). Разработка и внедрение инноваций в сфере производственного сервиса с использованием цифровых технологий // Журнал прикладных исследований. Т. 3, № 6. С. 228–234. https://doi.org/10.47576/2712-7516_2021_6_3_228
- Печаткин В.В., Ялалова А.И. (2025). Цифровая зрелость промышленных предприятий: понятийный аппарат и методические подходы к оценке // Креативная экономика. Т. 19, № 7. <https://doi.org/10.18334/ce.19.7.123492>
- Попов Е.В., Симонова В.Л., Зырянов А.С. (2024). Эволюция бизнес-экосистем в промышленности – от классического типа к цифровым // Информатизация в цифровой экономике. Т. 5, № 3. С. 341–360. <https://doi.org/10.18334/ide.5.3.121748>
- Рогов И.А., Черноиванов В.И., Иванов Ю.А., Толоконников Г.К., Петров Е.Б., Волкова И.М. (2014). Интеллектуальная сельскохозяйственная техника нового поколения // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. № 3 (15). С. 2–65.
- Татаринов К.А. (2024). Особенности и возможности цифровизации компаний // Экономическая среда. Т. 13, № 2. С. 58–64. <https://doi.org/10.36683/ee242.58-64>
- Abou-Foul M., Ruiz-Alba J.L., López-Tenorio P.J. (2023). The impact of artificial intelligence capabilities on servitization: The moderating role of absorptive capacity – A dynamic capabilities perspective. *Journal of Business Research*, vol. 157, 113609. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.113609>
- Akbari M., Hassanzadeh E., Asl Y.D., Moghanian A. (2025). A comprehensive review on the integration of artificial intelligence in friction stir welding for monitoring, modelling, and process optimization. *Journal of Advanced Joining Processes*, vol. 11, 100316. <https://doi.org/10.1016/j.jajp.2025.100316>
- Anmaç S. (2023). A comparison of product personalization and product customization: A conceptual framework. *Turkish Business Journal*, vol. 4, no. 7, pp. 54–64. <https://doi.org/10.51727/tbj.1306824>
- Astawa I.P.P., Arsha I.M.R.M. (2024). Artificial intelligence and business models from the perspective of innovation and operational efficiency of companies: Systematic literature review. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, vol. 8, issue 11, pp. 1882–1899. <https://doi.org/10.47772/ijriss.2024.8110147>

- Ayala N.F., Paslauskis C.A., Ghezzi A., Frank A.G. (2017). Knowledge sharing dynamics in service suppliers' involvement for servitization of manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, vol. 193, pp. 538–553. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.08.019>
- Ayala N.F., Rodrigues da Silva J., Tinoco M.A.C., Saccani N., Frank A.G. (2025). Artificial intelligence capabilities in digital servitization: Identifying digital opportunities for different service types. *International Journal of Production Economics*, vol. 284, 109604. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2025.109604>
- Bouabdallaoui Y., Ducoulombier L., Lafhaj Z., Yim P. (2024). Exploring artificial intelligence role in improving service building engagement in sorting. *Waste Management*, vol. 189, pp. 68–76. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2024.07.031>
- Chernova O.A., Knyazev V.R. (2024). Application of the concept of technological maturity in regional industrial development strategy-making. *R-Economy*, vol. 10, no. 4, pp. 444–454. <https://doi.org/10.15826/recon.2024.10.4.027>
- Cusumano M.A., Kahl S.J., Suarez F.F. (2015). Services, industry evolution, and the competitive strategies of product firms. *Strategic Management Journal*, vol. 36, issue 4, pp. 559–575. <https://doi.org/10.1002/smj.2235>
- Davenport T.H. (2018). From analytics to artificial intelligence. *Journal of Business Analytics*, vol. 1, issue 2, pp. 73–80. <https://doi.org/10.1080/2573234X.2018.1543535>
- Dragović R., Novaković M., Bakić Z., Matotek Anđelić M., Kostovski I., Mladenović V. (2024). Artificial intelligence in function of improving product functionalities (pp. 38–44). In: *Proc. of the 14th Int. conf. on industrial engineering and environmental protection – IIZS 2024* (Zrenjanin, October 3–4, 2024). Zrenjanin: University of Novi Sad. <https://doi.org/10.46793/iizs24.038d>
- Echegu D.A. (2024). Artificial intelligence (AI) in customer service: Revolutionising support and engagement. *IAA Journal of Scientific Research*, vol. 11, no. 2, pp. 33–39. <https://doi.org/10.59298/IAAJSR/2024/112.3339>
- Hamidi S.M.M., Hoseini S.F., Gholami H., Kananizadeh-Bahmani M. (2024). A three-stage digital maturity model to assess readiness for blockchain implementation in the maritime logistics industry. *Journal of Industrial Information Integration*, vol. 41, 100643. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2024.100643>
- Hanski J., Kortelainen H., Uusitalo T. (2020). The impact of digitalization on product–service system development in the manufacturing industry (pp. 873–880). In: J.P. Liyanage, J. Amadi-Echendu, J. Mathew. (Eds.). *Proc. of the 13th World congress on engineering asset management "Engineering assets and public infrastructures in the age of digitalization"* (Stavanger, September 24–26, 2018). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-48021-9_96
- Haryanti T., Rakhmawati N.A., Subriadi A.P. (2024). Assessing the digital transformation landscapes of organization: The digital transformation self-assessment maturity model (DX-SAMM). *Procedia Computer Science*, vol. 234, pp. 1561–1569. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.03.158>
- Huang M.-H., Rust R.T. (2018). Artificial intelligence in service. *Journal of Service Research*, vol. 21, issue 2, pp. 155–172. <https://doi.org/10.1177/1094670517752459>
- Kelly S., Kaye S.-A., Oviedo-Trespalacios O. (2023). What factors contribute to the acceptance of artificial intelligence? A systematic review. *Telematics and Informatics*, vol. 77, 101925. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2022.101925>
- Kim K.-J., Lim C.-H., Heo J.-Y., Lee D.-H., Hong Y.-S., Park K. (2016). An evaluation scheme for product-service system models: Development of evaluation criteria and case studies. *Service Business*, vol. 10, pp. 507–530. <https://doi.org/10.1007/s11628-015-0280-3>
- Kocerova S., Kalkis H., Roja Z. (2024). Process improvement with AI in service industry: Case studies (vol. 152, pp. 80–86). In: H. Kalkis, Z. Roja. (Eds.). *Proc. of the 15th Int. conf. on applied human factors and ergonomics "Social and occupational ergonomics"* (Nice, July 24–27, 2024). New York: AHFE International. <https://doi.org/10.54941/ahfe1005323>
- Kohtamäki M., Brekke T., Naeem R., Sjödin D., Parida V. (2025). Managerial practices shaping the transformation towards artificial intelligence-enabled product–service systems. *International Journal of Production Economics*, vol. 286, 109658. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2025.109658>
- Kowalkowski C., Ulaga W. (2024). Subscription offers in business-to-business markets: Conceptualization, taxonomy, and framework for growth. *Industrial Marketing Management*, vol. 117, pp. 440–456. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2024.01.014>
- Le-Dain M.-A., Benhayoun L., Matthews J., Liard M. (2023). Barriers and opportunities of digital servitization for SMEs: The effect of smart product-service system business models. *Service Business*, vol. 17, pp. 359–393. <https://doi.org/10.1007/s11628-023-00520-4>
- Madanaguli A., Sjödin D., Parida V., Mikalef P. (2024). Artificial intelligence capabilities for circular business models: Research synthesis and future agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 200, 123189. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123189>
- Mota B., Faria P., Ramos C., Vale Z. (2025). Review of manufacturing integration between production, maintenance and quality artificial intelligence systems. *Journal of Industrial Information Integration*, vol. 47, 100910. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2025.100910>
- Naeem R., Kohtamäki M., Parida V. (2025). Artificial intelligence enabled product–service innovation: Past achievements and future directions. *Review of Managerial Science*, vol. 19, pp. 2149–2192. <https://doi.org/10.1007/s11846-024-00757-x>
- Pérez-Moure H., Lampón J.F., Cabanelas P. (2024). Mobility business models toward a digital tomorrow: Challenges for automotive manufacturers. *Futures*, vol. 156, 103309. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2023.103309>
- Peruzzini M., Wiesner S. (2019). Emergence of product–service systems (pp. 209–232). In: J. Stjepandić, N. Wognum, W.J.C. Verhagen. (Eds.). *Systems engineering in research and industrial practice: Foundations, developments and challenges*. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33312-6_8

- Prokhin E. (2020). Digital transformation of industrial companies: What is management 4.0? (pp. 131–138). In: *Proc. of the 11th Int. conf. on e-business, management and economics* (Beijing, July 15–17, 2020). New York: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3414752.3414779>
- Puttegowda M., Ballupete Nagaraju S. (2025). Artificial intelligence and machine learning in mechanical engineering: Current trends and future prospects. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 142, 109910. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2024.109910>
- Rather R.A. (2025). Does consumers' reveal engagement behaviours in artificial intelligence (AI)-based technologies? The dynamics of perceived value and self-congruence. *International Journal of Hospitality Management*, vol. 126, 103989. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2024.103989>
- Reis J., Amorim M., Cohen Y., Rodrigues M. (2020). Artificial intelligence in service delivery systems: A systematic literature review (vol. 1, pp. 222–233). In: Á. Rocha, H. Adeli, L.P. Reis, S. Costanzo, I. Orovic, F. Moreira. (Eds.). *Proc. of the 2020 World conf. on information systems and technologies "Trends and innovations in information systems and technologies"* (Budva, April 7–10, 2020). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-45688-7_23
- Ruiz-Real J.L., Uribe-Toril J., Torres J.A., De Pablo J. (2021). Artificial intelligence in business and economics research: Trends and future. *Journal of Business Economics and Management*, vol. 22, no. 1, pp. 98–117. <https://doi.org/10.3846/jbem.2020.13641>
- Saki S., Soori M. (2025). Artificial intelligence, machine learning and deep learning in advanced transportation systems, a review. *Multimodal Transportation*, 100242. <https://doi.org/10.1016/j.multra.2025.100242>
- Sever M.M. (2024). Digital transformation and changes in business models for service industries: General principles and cases from hospitality, traveling, food delivery (pp. 94–116). In: S. Manohar, A. Mittal, S. Raju, A.J. Nair. (Eds.). *Innovative technologies for increasing service productivity*. Hershey: IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-2019-8.ch006>
- Sharko E.R., Rebiagina V.A. (2023). Servitization in the digital age: A systematic review. *Vestnik SPbGU. Menedzhment / Vestnik of Saint Petersburg University. Management*, vol. 22, issue 4, pp. 476–493. <http://doi.org/10.21638/11701/spbu08.2023.402>
- Sjödin D., Parida V., Kohtamäki M. (2023). Artificial intelligence enabling circular business model innovation in digital servitization: Conceptualizing dynamic capabilities, AI capacities, business models and effects. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 197, 122903. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122903>
- Soellner S., Helm R., Klee P., Endres H. (2024). Industrial service innovation: Exploring the transformation process to digital servitization in industrial goods companies. *Industrial Marketing Management*, vol. 117, pp. 288–303. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2024.01.009>
- Soori M., Arezoo B., Dastres R. (2023). Artificial intelligence, machine learning and deep learning in advanced robotics, a review. *Cognitive Robotics*, vol. 3, pp. 54–70. <https://doi.org/10.1016/j.cogr.2023.04.001>
- Sreekala S.P., Revathy S., Rajeshwari S., Girmurugan B. (2024). A survey of AI in industry: From basic concepts to industrial and business applications (pp. 233–250). In: V.H.C. de Albuquerque, P. Raj, S.P. Yadav. (Eds.). *Toward artificial general intelligence: Deep learning, neural networks, generative AI*. Berlin: De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783111323749-011>
- Tagscherer F., Carbon C.-C. (2025). The role of transformational leadership in navigating digital servitization. *Sustainable Technology and Entrepreneurship*, vol. 4, issue 2, 100098. <https://doi.org/10.1016/j.stae.2025.100098>
- Teng D., Ye C., Martinez V. (2025). Gen-AI's effects on new value propositions in business model innovation: Evidence from information technology industry. *Technovation*, vol. 143, 103191. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2025.103191>
- Tukker A. (2004). Eight types of product-service system: Eight ways to sustainability? Experiences from SusProNet. *Business Strategy and the Environment*, vol. 13, issue 4, pp. 246–260. <https://doi.org/10.1002/bse.414>
- Wang X., Jiang Z., Xiong Y., Liu A. (2025). Human-LLM collaboration in generative design for customization. *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 80, pp. 425–435. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2025.03.012>
- Yang H., Li R., He X., Zhang H., Wu F., Liu J., Guan Z. (2025). An intelligent customized design method for complex products under the influence of dynamic uncertainty. *Advanced Engineering Informatics*, vol. 66, 103480. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2025.103480>
- Yildiz A., Uğur L. (2022). Use of artificial intelligence in smart production in the industrial 4.0 era. *International Journal of Pioneering Technology and Engineering*, vol. 1, no. 1, pp. 24–27. <https://doi.org/10.56158/jpte.2022.19.1.01>
- Zastupov A.V. (2020). Innovation activities of enterprises of the industrial sector in the conditions of economy digitalization (pp. 559–569). In: S. Ashmarina, A. Mesquita, M. Vochozka. (Eds.). *Proc. of the 6th Int. sci. conf. "Digital transformation of the economy: Challenges, trends and new opportunities"* (Samara, May 29–31, 2018). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11367-4_55
- Zhang H. (2024). Digital economy and industrial transformation: The implications of AI in manufacturing and services. *Dean & Francis*, vol. 1, no. 1, issue 6. <https://doi.org/10.61173/0p5nvq20>
- Zhang R., Qi Y., Kong S., Wang X., Li M. (2024). A hybrid artificial intelligence algorithm for fault diagnosis of hot rolled strip crown imbalance. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 130, 107763. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2023.107763>
- Zhu Y., Zhang C., Zhang R., Gao F. (2025). Design of model fusion learning method based on deep bidirectional GRU neural network in fault diagnosis of industrial processes. *Chemical Engineering Science*, vol. 302, Part A, 120884. <https://doi.org/10.1016/j.ces.2024.120884>

References

- Veshneva I.V. (2023). Artificial intelligence technologies: Classification, limitations, prospects and threats. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Ekonomika. Upravlenie. Pravo / Izvestiya of Saratov University. Economics. Management. Law*, vol. 23, issue 4, pp. 428–438. <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2023-23-4-428-438>. (in Russ.)
- Gerasimov K.B. (2020). Principles for successful service innovation. *Innovatsii / Innovations*, no. 5 (259), pp. 53–59. <https://doi.org/10.26310/2071-3010.2020.259.5.008>. (in Russ.)
- Dolgova O.I., Nikitaeva A.Y. (2021). Business model innovations: Digitalization, servitization and customization of industrial companies. *Drukerovskiy vestnik / Drucker's Bulletin*, no. 6, pp. 4–16. <https://doi.org/10.17213/2312-6469-2021-6-4-16>. (in Russ.)
- Evseenko S.M. (2021). Overview of the directions for intellectualizing products and activities of the instrument-making enterprise. *Innovatsii / Innovations*, no. 5 (271), pp. 35–42. <https://doi.org/10.26310/2071-3010.2021.271.5.004>. (in Russ.)
- Zelentsova L.S., Ukolov V.F., Tikhonov A.I. (2023). Russian industry intellectualization development: Strategic approach. *Upravlenie / Management (Russia)*, vol. 11, no. 4, pp. 17–24. <https://doi.org/10.26425/2309-3633-2023-11-4-17-24>. (in Russ.)
- Ibryaeva O.L., Mokhammad M.N. (2022). Fault diagnosis of rolling bearings using spectral peaks and neural networks. *Vestnik Yuzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Vychislitel'naya matematika i informatika / Bulletin of the South Ural State University. Series: Computational Mathematics and Software Engineering*, vol. 11, no. 2, pp. 59–71. <https://doi.org/10.14529/cmse220205>. (in Russ.)
- Krakovskaya I.N., Korokoshko J.V., Slushkina Yu.Yu. (2024). Digital maturity of industrial enterprises: Evaluation experience. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ekonomika / St. Petersburg University Journal of Economic Studies*, vol. 40, issue 3, pp. 433–459. <https://doi.org/10.21638/spbu05.2024.305>. (in Russ.)
- Markushina E.V., Balova N.A. (2021). Development and implementation of innovations in the field of production services using digital technologies. *Zhurnal prikladnykh issledovaniy / Journal of Applied Research*, no. 6-3, pp. 228–234. https://doi.org/10.47576/2712-7516_2021_6_3_228. (in Russ.)
- Pechatkin V.V., Yalalova A.I. (2025). Digital maturity of industrial companies: Conceptual framework and methodological approaches to assessment. *Kreativnaya ekonomika / Creative Economy*, vol. 19, no. 7. <https://doi.org/10.18334/ce.19.7.123492>. (in Russ.)
- Popov E.V., Simonova V.L., Zyrianov A.S. (2024). The evolution of business ecosystems in industry: From the classical to the digital type. *Informatizatsiya v tsifrovoy ekonomike / Informatization in the Digital Economy*, vol. 5, no. 3, pp. 341–360. <https://doi.org/10.18334/ide.5.3.121748>. (in Russ.)
- Rogov I.A., Chernoiyanov V.I., Ivanov Yu.A., Tolokonnikov G.K., Petrov E.B., Volkova I.M. (2014). New generation intelligent agricultural machinery. *Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii zhivotnovodstva / Bulletin of the All-Russian Research Institute of Mechanisation of Animal Husbandry*, no. 3 (15), pp. 2–65. (in Russ.)
- Tatarinov K.A. (2024). Features and opportunities of companies digitalization. *Ekonomicheskaya sreda / Economic Environment*, vol. 13, issue 2, pp. 58–64. <https://doi.org/10.36683/ee242.58-64>. (in Russ.)
- Abou-Foul M., Ruiz-Alba J.L., López-Tenorio P.J. (2023). The impact of artificial intelligence capabilities on servitization: The moderating role of absorptive capacity – A dynamic capabilities perspective. *Journal of Business Research*, vol. 157, 113609. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.113609>
- Akbari M., Hassanzadeh E., Asl Y.D., Moghanian A. (2025). A comprehensive review on the integration of artificial intelligence in friction stir welding for monitoring, modelling, and process optimization. *Journal of Advanced Joining Processes*, vol. 11, 100316. <https://doi.org/10.1016/j.jajp.2025.100316>
- Anmaç S. (2023). A comparison of product personalization and product customization: A conceptual framework. *Turkish Business Journal*, vol. 4, no. 7, pp. 54–64. <https://doi.org/10.51727/tbj.1306824>
- Astawa I.P.P., Arsha I.M.R.M. (2024). Artificial intelligence and business models from the perspective of innovation and operational efficiency of companies: Systematic literature review. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, vol. 8, issue 11, pp. 1882–1899. <https://doi.org/10.47772/ijriss.2024.8110147>
- Ayala N.F., Paslauskis C.A., Ghezzi A., Frank A.G. (2017). Knowledge sharing dynamics in service suppliers' involvement for servitization of manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, vol. 193, pp. 538–553. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.08.019>
- Ayala N.F., Rodrigues da Silva J., Tinoco M.A.C., Saccani N., Frank A.G. (2025). Artificial intelligence capabilities in digital servitization: Identifying digital opportunities for different service types. *International Journal of Production Economics*, vol. 284, 109604. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2025.109604>
- Bouabdallaoui Y., Ducoulombier L., Lafhaj Z., Yim P. (2024). Exploring artificial intelligence role in improving service building engagement in sorting. *Waste Management*, vol. 189, pp. 68–76. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2024.07.031>
- Chernova O.A., Knyazev V.R. (2024). Application of the concept of technological maturity in regional industrial development strategy-making. *R-Economy*, vol. 10, no. 4, pp. 444–454. <https://doi.org/10.15826/recon.2024.10.4.027>
- Cusumano M.A., Kahl S.J., Suarez F.F. (2015). Services, industry evolution, and the competitive strategies of product firms. *Strategic Management Journal*, vol. 36, issue 4, pp. 559–575. <https://doi.org/10.1002/smj.2235>
- Davenport T.H. (2018). From analytics to artificial intelligence. *Journal of Business Analytics*, vol. 1, issue 2, pp. 73–80. <https://doi.org/10.1080/2573234X.2018.1543535>
- Dragović R., Novaković M., Bakić Z., Matotek Anđelić M., Kostovski I., Mladenović V. (2024). Artificial intelligence in function of improving product functionalities (pp 38–44). In: *Proc. of the 14th Int. conf. on industrial engineering and environmental protection – IIZS 2024* (Zrenjanin, October 3–4, 2024). Zrenjanin: University of Novi Sad. <https://doi.org/10.46793/iizs24.038d>

- Echegu D.A. (2024). Artificial intelligence (AI) in customer service: Revolutionising support and engagement. *IAA Journal of Scientific Research*, vol. 11, no. 2, pp. 33–39. <https://doi.org/10.59298/IAAJSR/2024/112.3339>
- Hamidi S.M.M., Hoseini S.F., Gholami H., Kananizadeh-Bahmani M. (2024). A three-stage digital maturity model to assess readiness for blockchain implementation in the maritime logistics industry. *Journal of Industrial Information Integration*, vol. 41, 100643. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2024.100643>
- Hanski J., Kortelainen H., Uusitalo T. (2020). The impact of digitalization on product–service system development in the manufacturing industry (pp. 873–880). In: J.P. Liyanage, J. Amadi-Echendu, J. Mathew. (Eds.). *Proc. of the 13th World congress on engineering asset management “Engineering assets and public infrastructures in the age of digitalization”* (Stavanger, September 24–26, 2018). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-48021-9_96
- Haryanti T., Rakhmawati N.A., Subriadi A.P. (2024). Assessing the digital transformation landscapes of organization: The digital transformation self-assessment maturity model (DX-SAMM). *Procedia Computer Science*, vol. 234, pp. 1561–1569. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.03.158>
- Huang M.-H., Rust R.T. (2018). Artificial intelligence in service. *Journal of Service Research*, vol. 21, issue 2, pp. 155–172. <https://doi.org/10.1177/1094670517752459>
- Kelly S., Kaye S.-A., Oviedo-Trespalacios O. (2023). What factors contribute to the acceptance of artificial intelligence? A systematic review. *Telematics and Informatics*, vol. 77, 101925. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2022.101925>
- Kim K.-J., Lim C.-H., Heo J.-Y., Lee D.-H., Hong Y.-S., Park K. (2016). An evaluation scheme for product-service system models: Development of evaluation criteria and case studies. *Service Business*, vol. 10, pp. 507–530. <https://doi.org/10.1007/s11628-015-0280-3>
- Kocerova S., Kalkis H., Roja Z. (2024). Process improvement with AI in service industry: Case studies (vol. 152, pp. 80–86). In: H. Kalkis, Z. Roja. (Eds.). *Proc. of the 15th Int. conf. on applied human factors and ergonomics “Social and occupational ergonomics”* (Nice, July 24–27, 2024). New York: AHFE International. <https://doi.org/10.54941/ahfe1005323>
- Kohtamäki M., Brekke T., Naeem R., Sjödin D., Parida V. (2025). Managerial practices shaping the transformation towards artificial intelligence-enabled product–service systems. *International Journal of Production Economics*, vol. 286, 109658. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2025.109658>
- Kowalkowski C., Ulaga W. (2024). Subscription offers in business-to-business markets: Conceptualization, taxonomy, and framework for growth. *Industrial Marketing Management*, vol. 117, pp. 440–456. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2024.01.014>
- Le-Dain M.-A., Benhayoun L., Matthews J., Liard M. (2023). Barriers and opportunities of digital servitization for SMEs: The effect of smart product-service system business models. *Service Business*, vol. 17, pp. 359–393. <https://doi.org/10.1007/s11628-023-00520-4>
- Madanaguli A., Sjödin D., Parida V., Mikalef P. (2024). Artificial intelligence capabilities for circular business models: Research synthesis and future agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 200, 123189. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123189>
- Mota B., Faria P., Ramos C., Vale Z. (2025). Review of manufacturing integration between production, maintenance and quality artificial intelligence systems. *Journal of Industrial Information Integration*, vol. 47, 100910. <https://doi.org/10.1016/j.jii.2025.100910>
- Naeem R., Kohtamäki M., Parida V. (2025). Artificial intelligence enabled product–service innovation: Past achievements and future directions. *Review of Managerial Science*, vol. 19, pp. 2149–2192. <https://doi.org/10.1007/s11846-024-00757-x>
- Pérez-Moure H., Lampón J.F., Cabanelas P. (2024). Mobility business models toward a digital tomorrow: Challenges for automotive manufacturers. *Futures*, vol. 156, 103309. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2023.103309>
- Peruzzini M., Wiesner S. (2019). Emergence of product–service systems (pp. 209–232). In: J. Stjepandić, N. Wognum, W.J.C. Verhagen. (Eds.). *Systems engineering in research and industrial practice: Foundations, developments and challenges*. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33312-6_8
- Prokhin E. (2020). Digital transformation of industrial companies: What is management 4.0? (pp. 131–138). In: *Proc. of the 11th Int. conf. on e-business, management and economics* (Beijing, July 15–17, 2020). New York: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3414752.3414779>
- Puttegowda M., Ballupete Nagaraju S. (2025). Artificial intelligence and machine learning in mechanical engineering: Current trends and future prospects. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 142, 109910. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2024.109910>
- Rather R.A. (2025). Does consumers’ reveal engagement behaviours in artificial intelligence (AI)-based technologies? The dynamics of perceived value and self-congruence. *International Journal of Hospitality Management*, vol. 126, 103989. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2024.103989>
- Reis J., Amorim M., Cohen Y., Rodrigues M. (2020). Artificial intelligence in service delivery systems: A systematic literature review (vol. 1, pp. 222–233). In: Á. Rocha, H. Adeli, L.P. Reis, S. Costanzo, I. Orovic, F. Moreira. (Eds.). *Proc. of the 2020 World conf. on information systems and technologies “Trends and innovations in information systems and technologies”* (Budva, April 7–10, 2020). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-45688-7_23
- Ruiz-Real J.L., Uribe-Toril J., Torres J.A., De Pablo J. (2021). Artificial intelligence in business and economics research: Trends and future. *Journal of Business Economics and Management*, vol. 22, no. 1, pp. 98–117. <https://doi.org/10.3846/jbem.2020.13641>
- Saki S., Soori M. (2025). Artificial intelligence, machine learning and deep learning in advanced transportation systems, a review. *Multimodal Transportation*, 100242. <https://doi.org/10.1016/j.multra.2025.100242>

- Sever M.M. (2024). Digital transformation and changes in business models for service industries: General principles and cases from hospitality, traveling, food delivery (pp. 94–116). In: S. Manohar, A. Mittal, S. Raju, A.J. Nair. (Eds.). *Innovative technologies for increasing service productivity*. Hershey: IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-2019-8.ch006>
- Sharko E.R., Rebiagina V.A. (2023). Servitization in the digital age: A systematic review. *Vestnik SPbGU. Menedzhment / Vestnik of Saint Petersburg University. Management*, vol. 22, issue 4, pp. 476–493. <http://doi.org/10.21638/11701/spbu08.2023.402>
- Sjödin D., Parida V., Kohtamäki M. (2023). Artificial intelligence enabling circular business model innovation in digital servitization: Conceptualizing dynamic capabilities, AI capacities, business models and effects. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 197, 122903. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122903>
- Soellner S., Helm R., Klee P., Endres H. (2024). Industrial service innovation: Exploring the transformation process to digital servitization in industrial goods companies. *Industrial Marketing Management*, vol. 117, pp. 288–303. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2024.01.009>
- Soori M., Arezoo B., Dastres R. (2023). Artificial intelligence, machine learning and deep learning in advanced robotics, a review. *Cognitive Robotics*, vol. 3, pp. 54–70. <https://doi.org/10.1016/j.cogr.2023.04.001>
- Sreekala S.P., Revathy S., Rajeshwari S., Girmurugan B. (2024). A survey of AI in industry: From basic concepts to industrial and business applications (pp. 233–250). In: V.H.C. de Albuquerque, P. Raj, S.P. Yadav. (Eds.). *Toward artificial general intelligence: Deep learning, neural networks, generative AI*. Berlin: De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783111323749-011>
- Tagscherer F., Carbon C.-C. (2025). The role of transformational leadership in navigating digital servitization. *Sustainable Technology and Entrepreneurship*, vol. 4, issue 2, 100098. <https://doi.org/10.1016/j.stae.2025.100098>
- Teng D., Ye C., Martinez V. (2025). Gen-AI's effects on new value propositions in business model innovation: Evidence from information technology industry. *Technovation*, vol. 143, 103191. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2025.103191>
- Tukker A. (2004). Eight types of product-service system: Eight ways to sustainability? Experiences from SusProNet. *Business Strategy and the Environment*, vol. 13, issue 4, pp. 246–260. <https://doi.org/10.1002/bse.414>
- Wang X., Jiang Z., Xiong Y., Liu A. (2025). Human-LLM collaboration in generative design for customization. *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 80, pp. 425–435. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2025.03.012>
- Yang H., Li R., He X., Zhang H., Wu F., Liu J., Guan Z. (2025). An intelligent customized design method for complex products under the influence of dynamic uncertainty. *Advanced Engineering Informatics*, vol. 66, 103480. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2025.103480>
- Yildiz A., Uğur L. (2022). Use of artificial intelligence in smart production in the industrial 4.0 era. *International Journal of Pioneering Technology and Engineering*, vol. 1, no. 1, pp. 24–27. <https://doi.org/10.56158/jpte.2022.19.1.01>
- Zastupov A.V. (2020). Innovation activities of enterprises of the industrial sector in the conditions of economy digitalization (pp. 559–569). In: S. Ashmarina, A. Mesquita, M. Vochozka. (Eds.). *Proc. of the 6th Int. sci. conf. "Digital transformation of the economy: Challenges, trends and new opportunities"* (Samara, May 29–31, 2018). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11367-4_55
- Zhang H. (2024). Digital economy and industrial transformation: The implications of AI in manufacturing and services. *Dean & Francis*, vol. 1, no. 1, issue 6. <https://doi.org/10.61173/0p5nvq20>
- Zhang R., Qi Y., Kong S., Wang X., Li M. (2024). A hybrid artificial intelligence algorithm for fault diagnosis of hot rolled strip crown imbalance. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 130, 107763. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2023.107763>
- Zhu Y., Zhang C., Zhang R., Gao F. (2025). Design of model fusion learning method based on deep bidirectional GRU neural network in fault diagnosis of industrial processes. *Chemical Engineering Science*, vol. 302, Part A, 120884. <https://doi.org/10.1016/j.ces.2024.120884>

Информация об авторе

Чернова Ольга Анатольевна

Доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры информационной экономики. Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, РФ. E-mail: chernova.olga71@yandex.ru

Information about the author

Olga A. Chernova

Dr. Sc. (Econ.), Associate Professor, Professor of Information Economics Dept. Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia. E-mail: chernova.olga71@yandex.ru