

РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА / REGIONAL AND BRANCH ECONOMICS

Редактор рубрики *Н. С. Селиверстова* / Rubric editor *N. S. Seliverstova*

Научная статья

<https://doi.org/10.21202/2782-2923.2024.3.619-640>

УДК 004.8:658

JEL: D2, L2, L23, M11

И. И. Антонова¹,

В. А. Смирнов¹,

М. Г. Ефимов¹

¹ Казанский инновационный университет имени В. Г. Тимирязова, г. Казань, Россия

Интеграция искусственного интеллекта в ERP-системы: достоинства, недостатки и перспективы

Антонова Ирина Ильгизовна, доктор экономических наук, профессор, проректор по инновационно-проектной деятельности, заведующий кафедрой цифровой экономики и управления качеством, Казанский инновационный университет имени В. Г. Тимирязова

E-mail: antonova@ieml.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6372-1700>

Web of Science Researcher ID: <https://publons.com/researcher/4905426>

eLIBRARY SPIN-код: 6292-7698

Смирнов Виталий Алексеевич, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры цифровой экономики и управления качеством, Казанский инновационный университет имени В. Г. Тимирязова

E-mail: smirnov@ieml.ru

Контактное лицо:

Ефимов Максим Геннадьевич, старший преподаватель кафедры компьютерного моделирования и техносферной безопасности, Казанский инновационный университет имени В. Г. Тимирязова

E-mail: efimovmg@ieml.ru

Web of Science Researcher ID: AAF-3105-2019

eLIBRARY SPIN-код: 9319-2309

Аннотация

Цель: выявление ключевых преимуществ и потенциальных рисков, связанных с использованием искусственного интеллекта в ERP-системах для улучшения процессов принятия решений, эффективности управления и операционной деятельности различных секторов, включая коммерческие и некоммерческие организации.

Методы: систематический обзор литературы, анализ эмпирических данных, аналитический и экспериментальный методы исследования.

Результаты: отражены ключевые направления внедрения искусственного интеллекта в ERP-системы, обеспечивающие улучшение операционной эффективности, отношений с клиентами, а также оптимизацию бизнес-процессов, управление данными, цепочками поставок, персоналом, автоматизацию операций, связанных с финансами, оптимизацию клиентских отношений; внедрение искусственного интеллекта в ERP-системы сокращает издержки на управление запасами, улучшает точность прогнозирования и оптимизацию запасов, ускоряет финансовый анализ и повышает точность бюджетирования, приводя к сокращению времени на планирование бюджета, увеличивает производительность, оптимизируя необходимые производственные процессы и сокращая время простоя оборудования. Однако также отмечаются риски утечки конфиденциальных данных, несанкционированного доступа к данным; сокращение рабочих мест из-за автоматизации задач; уязвимость для кибератак.

Научная новизна: проанализированы малоизученные направления интеграции искусственного интеллекта в ERP-системах, предложен интегративный подход к применению искусственного интеллекта в ERP-системах, объединяющий методы машинного обучения, обработки естественного языка и прогнозной аналитики и обеспечивающий комплексную оценку комплексного воздействия на операционную эффективность бизнес-процессов.

Практическая значимость: сформулированные направления решения выявленных проблем интеграции искусственного интеллекта в ERP-системы могут быть внедрены в их практику, поскольку позволят лучше учитывать локальные требования и законы.

Ключевые слова:

региональная и отраслевая экономика, искусственный интеллект, ERP-системы, машинное обучение, обработка естественного языка, прогнозная аналитика, автоматизация бизнес-процессов, управление запасами, улучшение принятия решений

Статья находится в открытом доступе в соответствии с Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), предусматривающем некоммерческое использование, распространение и воспроизводство на любом носителе при условии упоминания оригинала статьи.

Как цитировать статью: Антонова, И. И., Смирнов, В. А., Ефимов, М. Г. (2024). Интеграция искусственного интеллекта в ERP-системы: достоинства, недостатки и перспективы. *Russian Journal of Economics and Law*, 18(3), 619–640. <https://doi.org/10.21202/2782-2923.2024.3.619-640>

Scientific article

I. I. Antonova¹,
V. A. Smirnov¹,
M. G. Efimov¹

¹ Kazan Innovative University named after V. G. Timiryasov

Integrating artificial intelligence into ERP systems: advantages, disadvantages and prospects

Irina I. Antonova, Dr. Sci. (Economics), Professor, Vice Rector on innovative and project activity, Head of the Department of Digital Economy and Quality Management, Kazan Innovative University named after V. G. Timiryasov

E-mail: antonova@ieml.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6372-1700>

Web of Science Researcher ID: <https://publons.com/researcher/4905426>

eLIBRARY SPIN-code: 6292-7698

Vitaliy A. Smirnov, Dr. Sci. (Economics), Professor of the Department of Digital Economy and Quality Management, Kazan Innovative University named after V. G. Timiryasov

E-mail: smirnov@ieml.ru

Contact:

Maksim G. Efimov, Senior Lecturer of the Department of Computer Modeling and Technosphere Safety, Kazan Innovative University named after V. G. Timiryasov

E-mail: efimovmg@ieml.ru

Web of Science Researcher ID: AAF-3105-2019

eLIBRARY SPIN-code: 9319-2309

Abstract

Objective: to identify the key benefits and potential risks associated with the use of artificial intelligence in ERP systems to improve decision-making processes, management efficiency and operational performance of various sectors, including commercial and non-profit organizations.

Methods: systematic literature review, empirical data analysis, analytical and experimental research methods.

Results: the key directions of artificial intelligence implementation in ERP-systems are reflected, providing improvement of operational efficiency, customer relations, as well as optimization of business processes, data management, supply chain and personnel management, automation of operations related to finance, optimization of customer relations; implementation of artificial intelligence in ERP-systems reduces inventory management costs, improves the accuracy of forecasting and inventory optimization, accelerates financial analysis and increases the accuracy of budgeting, resulting in reduced budget planning time; it also increases productivity by optimizing necessary production processes and reducing equipment downtime. However, there are also risks of confidential data leakage, unauthorized access to data; job losses due to automation of tasks; and vulnerability to cyberattacks.

Scientific novelty: the little-studied directions of artificial intelligence integration in ERP-systems are analyzed; an integrative approach to the application of artificial intelligence in ERP-systems is proposed, which combines methods of machine learning, natural language processing and predictive analytics and provides a comprehensive assessment of the complex impact on the business processes' efficiency.

Practical significance: the formulated directions for solving the identified problems of artificial intelligence integration in ERP-systems can be implemented in practice, as they will enable to better take into account local requirements and laws.

Keywords:

regional and branch economics, artificial intelligence, ERP-systems, machine learning, natural language processing, predictive analytics, business process automation, inventory management, improved decision-making

The article is in Open Access in compliance with Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), stipulating non-commercial use, distribution and reproduction on any media, on condition of mentioning the article original.

For citation: Antonova, I. I., Smirnov, V. A., & Efimov, M. G. (2024). Integrating artificial intelligence into ERP systems: advantages, disadvantages and prospects. *Russian Journal of Economics and Law*, 18(3), 619–640. (In Russ.). <https://doi.org/10.21202/2782-2923.2024.3.619-640>

Введение

Для успешного управления бизнесом в условиях глобализации и цифровизации необходимо повышать эффективность управления бизнес-процессами. В этом помогают системы планирования ресурсов предприятия (ERP). Они предлагают комплексные решения для интеграции и автоматизации различных бизнес-функций.

История ERP-систем началась с инвентарных систем (систем учета запасов) 1960-х гг. (Wight, 1984). Со временем они были преобразованы в системы планирования потребностей в материалах – MRP (Orlicky, 1975), а в 1980-х гг. – в системы планирования производственных ресурсов (MRP II) (Алексеева, 1991). С развитием технологий и ростом потребностей бизнеса концепция MRP II¹ переросла в ERP-системы, которые

¹ The difference between MRP I and MRP II. (2020, July 1). Software Connect. <https://softwareconnect.com/manufacturing/mrp-i-vs-mrp-ii>

теперь охватывают такие области, как финансы и бухгалтерия, кадровое администрирование, продажи, закупки и управление цепочками поставок.

Несмотря на свои преимущества, *ERP*-системы имеют проблемы: сложность интеграции с существующими системами и приложениями компании (и значительное количество времени и ресурсов на их внедрение); трудности перехода на новую *ERP*-систему со стороны сотрудников, проблемы с совместимостью данных; постоянная необходимость в обеспечении поддержки и регулярных обновлений для поддержания безопасности и функциональности.

В конце 2021 г. наметился тренд на использование искусственного интеллекта (далее – ИИ) в *ERP*-системах, вызванный желанием коммерческих и некоммерческих организаций эффективно управлять запасами, финансами, производством. В частности, подтверждены следующие результаты (Колесова, Перова, 2024):

1. Компаниям, внедрившим ИИ в *ERP*-системы, удалось автоматизировать рутинные задачи, снизить вероятность ошибок и освободить время сотрудников для более сложных задач.

2. Компании стали получать более глубокие и точные аналитические данные для поддержки решений.

3. Сокращен производственный цикл.

4. Финансовое планирование стало более эффективным.

5. Зафиксировано повышение уровня производительности работы компаний.

6. Улучшилась коммуникация с потребителями, усовершенствованы логистические цепочки.

7. Клиенты стали получать более персонализированные услуги.

На сегодняшний день можно констатировать, что внедрение ИИ в *ERP*-системы приводит к значительным улучшениям в различных аспектах бизнеса, показывая сокращение издержек на управление запасами, ускорение финансового анализа экономики предприятия и повышение точности бюджетирования, сокращение времени на планирование бюджета, рост производительности, оптимизацию производственных процессов и сокращение времени простоя оборудования, улучшение персонализации предложений и сервиса, увеличение удовлетворенности клиентов. Однако этот успех зависит от грамотного подхода к планированию и адаптации технологий под конкретные потребности организации (Антонова, Антонов, 2022).

Целью данной статьи является выявление ключевых преимуществ и потенциальных рисков, связанных с использованием ИИ в *ERP*-системах, для улучшения процессов принятия решений, эффективности управления и операционной деятельности различных секторов, включая коммерческие и некоммерческие организации. Для реализации этой цели в рамках данной статьи проведен обзор существующей литературы и исследований непосредственно в области ИИ в *ERP*-системах; выявлены основные технологии ИИ, которые используются в *ERP*-системах; проведен анализ возможностей и, кроме того, преимуществ применения ИИ в *ERP*-системах; обнаружены вызовы и различные ограничения, связанные непосредственно с интеграцией ИИ в *ERP*-системы, и предложены пути их устранения.

Результаты исследования

1. Искусственный интеллект в современном бизнесе

В настоящее время происходит активная интеграция ИИ для усовершенствования ключевых бизнес-процессов, таких как системы *SAP S/4HANA*², *Oracle ERP Cloud* и *Microsoft Dynamics 365*. ИИ используется для улучшения финансового планирования, управления запасами, производства и подбора персонала. Чат-боты повышают эффективность общения с клиентами, способствуя росту продуктивности. Гибкость бизнес-процессов в ответ на рыночные изменения и операционная эффективность достигаются благодаря анализу данных ИИ³.

В рамках управления предприятиями актуальность приобретают *ERP*-системы с ИИ. Так, *1C:ERP* способствует оптимизации управленческих задач и операционной деятельности, предпроектное обследование позволяет оценить сроки, стоимость проекта, компоненты системы и выявить проблемы, обеспечивая адаптацию к предстоящим изменениям (Tariq et al., 2021).

² Продукт *SAP S/4HANA*. TAdviser.ru. https://www.tadviser.ru/index.php/Продукт:SAP_S/4HANA

³ 2024: Как ИИ меняет бизнес-процессы. (2024, 14 февраля). VC.ru. <https://vc.ru/future/1028553-2024-kak-ii-menyaet-biznes-processy?ysclid=m0dgefey209296155>

Интеграция ИИ в *ERP*-систему подразумевает использование передовых методов ИИ, таких как машинное обучение (*ML*), обработка естественного языка (*NLP*), большие данные и компьютерное зрение.

В контексте машинного обучения применяется метод обучения с учителем, где объекты описываются через атрибуты, формирующие дескрипторы, набор данных, собранный из элементов выборки, создает обучающую выборку, агрегирующую информацию для формирования обучающего датасета⁴. Алгоритмы машинного обучения нацелены на выявление закономерностей, характерных для выборки и применимых к объектам за ее рамками. Целью машинного обучения является определение функциональной связи между атрибутами и решениями. Метод опорных векторов эффективно классифицирует объекты, создавая разделяющую гиперплоскость для классов объектов, что является общепринятой практикой в сфере машинного обучения. В методе обучения с учителем элементам выборки присваиваются классы, алгоритм после обучения определяет классы для новых объектов, не входящих в обучающую выборку (Асанова, 2018). Применение машинного обучения в корпоративном управлении повышает операционную эффективность за счет оптимизации ключевых бизнес-процессов.

Чат-боты и системы персонализированных рекомендаций на базе машинного обучения, активно применяемые в крупных компаниях, обрабатывают клиентские запросы, улучшая опыт взаимодействия и снижая операционные издержки⁵.

Методы машинного обучения предоставляют инструментарий для выявления скрытых закономерностей в разнообразных массивах данных. Так, внедрение алгоритмов кластеризации позволяет осуществлять сегментацию ассортимента с учетом сезонности, возрастных категорий, географического положения и других критериев (Дульнев, 2020).

Алгоритмы кластеризации, представляющие собой методы машинного обучения, которые автоматически разделяют данные на группы, группируют элементы так, чтобы те, что находятся в одной группе (или кластере), были более похожи друг на друга, чем на элементы из других групп⁶. Часто такие группы сложно обнаружить с помощью обычных методов анализа данных.

Что касается проведения кластеризации, отметим, что она разнится от иных алгоритмов. Ключевая особенность – отсутствие заранее известных правильных ответов для обучающей выборки, что позволяет модели самостоятельно находить структуру в данных без внешнего контроля. Упомянутый подход получил название «обучение без учителя».

В сфере бизнес-технологий компании, в том числе и *SAP*, представляющий собой широкий спектр программного обеспечения для управления бизнес-процессами, активно внедряют системы *ERP* (Ptak & Schragenheim, 1999). Продукт *SAP S/4HANA*, использующий машинное обучение для автоматизации управления ресурсами, преобразует корпоративные процессы. Основываясь на платформе *SAP HANA* – лидере среди баз данных, работающих в оперативной памяти, – *SAP S/4HANA* обеспечивает мгновенную обработку данных и упрощает их структуру, что способствует повышению эффективности бизнеса⁷. Кроме того, изучив данные о доходах фирмы за период с 2008 по 2023 г.⁸, можно утверждать об увеличении интереса к таким продуктам в коммерческой сфере.

Эффективность модели *ERP*, интегрированной с машинным обучением, зависит от сбора данных о функциях и участии сотрудников в операциях, характеристики персонала формируются для отражения рабочей нагрузки, с нулевым значением для не участвующих в активности, модель, обученная на основе ролей в проектах, использует метод опорных векторов для бинарного определения необходимости присутствия в офисе,

⁴ Черкасов, Д. Ю., Иванов, В. В. (2018). Машинное обучение. Наука, техника и образование, 5(46), 85–87.

⁵ How AI Will Shape The Future Of Enterprise Mobility? (2020). TNS. <https://thenextscoop.com/how-ai-will-shape-the-future-of-enterprise-mobility/>

⁶ Roman, V. (2019, March 7). Unsupervised Machine Learning: Clustering Analysis. Medium. <https://towardsdatascience.com/unsupervised-machine-learning-clustering-analysis-d40f2b34ae7e>

⁷ Luo, J., Cao, Yu., & Barzilay, R. (2019). Neural Decipherment via Minimum-Cost Flow: from Ugaritic to Linear B. <https://arxiv.org/abs/1906.06718>

⁸ Quarterly revenue of SAP worldwide from 2008 to 2024. (2024). Statista. <https://www.statista.com/statistics/273282/saps-revenue-since-1st-quarter-2008/>

где точность расписания коррелирует с объемом внутренних данных компании; и в качестве базового алгоритма предполагается использование метода опорных векторов, упомянутого ранее.

Методология интеграции машинного обучения в *ERP* требует значительных инвестиций и времени для обработки данных. С нашей точки зрения, решение данной проблемы – это упрощение моделей и использование облачных вычислений для сокращения затрат и времени; адаптация к дистанционной работе делает этот подход актуальным для многих компаний.

Технологии генерации естественного языка, способствующие упрощению взаимодействия между пользователями и *ERP*-системами, находят широкое применение в разработке чат-ботов, автоматизации клиентского обслуживания и совершенствовании пользовательского интерфейса⁹. Задачи, возникающие при реализации обработки естественного языка, решаются посредством усовершенствования алгоритмических подходов и обучения на больших объемах данных для повышения точности и понимания контекста. Обработка естественного языка обычно разбивается на следующие этапы: разбиение текста на предложения и слова; анализ отдельных слов, синтаксический анализ, семантический анализ (Исаева и др., 2023. С. 90).

Технологии обработки естественного языка обеспечивают возможность аналитической обработки и интерпретации обширных массивов текстовых данных. С помощью них обеспечивается оптимизация усилий, а также затрат, традиционно важных для функции обработки текстов.

В области обработки естественного языка проводится морфологический анализ, представляющий собой процесс определения и разделения слов на категории по их грамматическим характеристикам). Так, например, определяются такие свойства слов, как склонение (например, именительный или винительный падеж), число (единственное или множественное), род (мужской, женский или средний), время (прошедшее, настоящее или будущее) и лицо (первое, второе или третье); для этого используются разнообразные подходы, в том числе системы (правил), основанные непосредственно на глубоком понимании грамматических структур языка, и статистические модели, обучаемые на обширных текстовых корпусах (Юргель, 2019). Обработка естественного языка упрощает взаимодействие с *ERP*, позволяя системам интерпретировать и генерировать язык; используется для чат-ботов и автоматизации клиентского сервиса, морфологический анализ происходит с токенизации, переходит к определению грамматических характеристик с помощью морфологических баз данных. Когда неясно, как использовать определенные грамматические формы, контекст помогает уточнить их значение – это важно для тех задач, которые связаны с некоторыми задачами обработки естественного языка: приведение слов к их базовой форме (лемматизация), разбор структуры предложений (синтаксический анализ). Представляется, что для обеспечения лучшего понимания контекста и повышения точности решение проблем обработки естественного языка заключается в увеличении объема обучающих данных.

В процессе проведения синтаксического анализа рассматривается, как именно устроены предложения и как слова связаны друг с другом; упомянутое имеет значение для понимания текста и правильного его перевода (Dou et al., 2020). Анализ основан на грамматических правилах или на статистике и включает разбор слов по частям речи; в итоге получается схема, показывающая связи между словами, которая используется в различных задачах обработки текста.

В рамках семантического анализа, в свою очередь, изучаются смысловые связи между словами и фразами. Он применяется для определения настроения текста и автоматического перевода. Семантический анализ сложен, поскольку требуется учитывать контекст, а также культурные и социальные особенности языка.

Иные процессы проведения анализа тональности, извлечения информации и распознавания речи представлены в табл. 1.

Конечным продуктом процедуры распознавания речи является текст, который находит применение в управлении автоматизированными системами, транскрибировании, машинном переводе и системах обработки запросов.

⁹ Artificial intelligence is transforming ERP solutions. (2016, October 17). CIO. <https://www.cio.com/article/236341/artificial-intelligence-is-transforming-erp-solutions.html>

Таблица 1

Процессы в области обработки естественного языка
Table 1. Processes in the sphere of natural language processing

Процесс / Process	Описание / Description	Методы / Methods	Применение / Application
Анализ тональности / Tone analysis	Определяет эмоциональную окраску текста / Defines the emotional coloring of the text	Лингвистические правила, статистические модели, машинное обучение / Linguistic rules, statistic models, machine learning	Анализ отзывов, мониторинг бренда / Analysis of comments, brand monitoring
Извлечение информации / Information extraction	Находит структурированную информацию в тексте / Finds structured information in the text	Токенизация, морфологический и синтаксический анализ, выделение сущностей / Tokenization, morphological and syntactic analysis, selection of entities	Анализ отношений, мониторинг отраслей / Analysis of attitudes, sector monitoring
Распознавание речи / Speech recognition	Преобразует речь в текст / Transforms speech into text	Преобразование Фурье, скользящее окно, мел-частотный кепстральный анализ, машинное обучение / Fourier transform, sliding window, mel-frequency cepstral analysis, machine learning	Диктовка текста, автоматический перевод / Text dictation, automatic translation

Источник: составлено авторами по материалам (Азимбаев и др., 2019; Дурнев и др., 2019)^{10, 11, 12, 13}.

Source: compiled by the authors with the data of (Azimbaev et al., 2019; Durnev et al., 2019)^{10, 11, 12, 13}.

Современные *ERP*-системы, традиционно ориентированные на структурированные данные, могут расширять свои возможности за счет внедрения обработки естественного языка (Бычков, 2012), автоматизируя и в то же время оптимизируя задачи, связанные непосредственно с обработкой текстовых данных.

Современное улучшение процессов принятия решений, управления знаниями и обслуживания клиентов, а также возможность извлекать ценную информацию из различных текстовых источников: электронной почты, документов и социальных сетей (Шитова, 2021).

Прогнозы указывают на то, что к 2025 г. глобальный рынок обработки естественного языка достигнет объема в 29,5 млрд долларов с ожидаемым ростом на 20,5 % непосредственно за весь период прогноза (Исаева и др., 2023).

В состав современных средств обработки естественного языка входят инструменты и технологии, каждый из которых обладает определенными характеристиками и предназначен для выполнения определенных функций:

1. *NLTK*: *Python*-библиотека для комплексного лингвистического анализа, включая токенизацию и сентимент-анализ.
2. *spaCy*: высокопроизводительная *Python*-библиотека, обеспечивающая токенизацию и синтаксический анализ для обработки естественного языка.
3. *Stanford CoreNLP*: инструмент Стэнфордского университета для глубокого лингвистического анализа текста.
4. *Gensim*: *Python*-библиотека, специализирующаяся на тематическом моделировании и обработке естественного языка.
5. *OpenNLP*: *Java*-библиотека для анализа текста, включая токенизацию и синтаксический анализ.

¹⁰ Баррат, Д. (2019). Последнее изобретение человечества: искусственный интеллект и конец эры Homo sapiens (пер. с англ. Наталья Лисова, 2-е изд.). Москва: АНФ.

¹¹ Васильева, Д. (2017, 6 февраля). Тенденции в развитии искусственного интеллекта. Robotoved.ru. http://robotoved.ru/iskusstvennii_intellket_development/

¹² Доэрти, П. (2019). Человек + машина. Новые принципы работы в эпоху искусственного интеллекта (пер. с англ. О. Сивченко, Н. Яцюк). Москва: Манн, Иванов и Фербер.

¹³ Бутрин, Д. (2019, 28 октября). Искусственный интеллект требует естественного. Коммерсантъ, 197.

6. *Apache Lucene*: Java-библиотека для полнотекстового поиска и лингвистической обработки.

7. *Google Cloud Natural Language API*: облачный сервис Google для классификации текста, анализа сентиментов и извлечения именованных сущностей (Докучаева, 2019).

Рассмотренные инструменты и технологии представляют собой лишь часть доступных средств для работы с естественным языком, и выбор конкретного инструмента зависит непосредственно от специфических требований и, кроме того, целей задачи.

Актуальность интеграции больших данных и ERP-систем является на сегодняшний день очень высокой (Чайковская, Езза, 2018). Современные тенденции показывают, что данные технологии продолжают развиваться и взаимодействовать, создавая новые возможности для бизнеса, в частности, инновационные платформы, такие как *SAP HANA*, для обработки больших объемов данных используют технологию *in-memory*, при которой данные хранятся в оперативной памяти сервера, а не на традиционных жестких дисках и которая позволяет повысить производительность ERP-систем. Ожидается, что к 2025 г. рынок больших данных достигнет 90 млрд долларов¹⁴.

Ключевыми атрибутами больших данных являются достоверность, ценность, разновидность (типизация носителей), объем, скорость (частота обновления данных) (Чайковская, Езза, 2018). Относительно объема следует указать на экспоненциальный рост с 5 экзбайт (2011 г.) до 328,77 экзбайт ежедневно в 2024 г. Разнообразие и скорость обновления данных увеличивают сложность их хранения и анализа.

Видится такое решение проблем, связанных с большими данными, как применение распределенных систем хранения (Hadoop или облачных платформ) и технологий параллельной обработки, например, *Apache Spark* – интеграция аналитических инструментов в реальном времени (поточная обработка данных) – помогает компаниям быстро реагировать на изменения и оптимизировать бизнес-процессы.

Направления, где большие данные могут иметь ценность для компаний¹⁵:

1. Увеличение прозрачности информационных процессов и интенсификация использования данных.
2. Сбор детализированных данных о бизнес-процессах через цифровизацию, обеспечивающий полное понимание всех аспектов деятельности¹⁶.
3. Разделение клиентской базы для точного предложения продуктов, соответствующих специфическим потребностям.
4. Применение аналитических методов для улучшения качества решений.
5. Использование данных в разработке инновационных продуктов и услуг.

С нашей точки зрения, важно: интегрировать аналитические инструменты и бизнес-стратегии; обеспечить адекватную обработку и анализ данных; разработать методы оценки добавленной стоимости данных.

В рамках передовых методик современные системы ERP внедряются с учетом накопленного опыта лидирующих поставщиков программного обеспечения. Примером служат компании *SAP* и *Oracle*, которые интегрировали знания, полученные в ходе предыдущих проектов по внедрению ERP, в стандартизированные «лучшие практики». Так, *SAP*, реализовав ERP-решения для таких автомобильных гигантов, как *Mercedes*, *BMW* и *VW*, смогла трансформировать опыт этих проектов в обобщенные рекомендации для улучшения бизнес-процессов в машиностроении. В результате это ускорило внедрение новых автомобилей. Клиенты теперь используют проверенные методы – внедряют собственные лучшие практики в современные бизнес-процессы.

Следует отметить, что переход к облачным решениям увеличивает гибкость и масштабируемость. Развитие технологий требует адаптации ERP к новым условиям управления большими данными, что подразумевает разработку альтернативных инфраструктур.

¹⁴ Gartner predicts 30 % of generative AI projects will be abandoned after proof of concept by end of 2025. (2024, July 29). Gartner. <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2024-07-29-gartner-predicts-30-percent-of-generative-ai-projects-will-be-abandoned-after-proof-of-concept-by-end-of-2025>

¹⁵ Там же.

¹⁶ Искусственный интеллект (ИИ) как ключевой фактор цифровизации глобальной экономики. (2017, 24 февраля). IT Channel News. <https://www.novostiitkanala.ru/news/detail.php?ID=117544>

Организации получают возможность осуществлять рекрутинг через социальные платформы, что потенциально упрощает процедуры найма и оценки кандидатов, несмотря на возможные вызовы, связанные с конфиденциальностью и интеграцией данных, что подчеркивает важность адаптации *ERP*-систем к новым реалиям социальных платформ и больших данных (Elragal & Haddara, 2012).

Жизненный цикл (далее – ЖЦ) (Esteves & Pastor, 1999) систем *ERP* представляет собой многогранную концепцию, включающую различные фазы, от инициации до завершения эксплуатации, и одна из таких моделей описывает шестиступенчатый процесс, охватывающий этапы от принятия решения о внедрении до вывода системы из эксплуатации (Haddara & Elragal, 2013). С учетом интеграции больших данных предполагается трансформация традиционных этапов ЖЦ *ERP*-систем. На стадии реализации, например, анализ альтернативных решений *ERP* может включать обработку полуструктурированных и неструктурированных данных, полученных из социальных платформ, в свою очередь, на заключительной стадии системы *ERP* могут потребовать переосмысления своей роли в контексте изменяющихся паттернов использования социальных медиа непосредственно новыми поколениями пользователей.

Научное сообщество признает необходимость тщательных исследований для разработки методов синергии данных в контексте интеграции *ERP*-систем с большими данными, а именно комплексный подход, включающий оценку влияния больших данных на ИТ-инфраструктуру и *ERP*, изучение методов защиты данных, анализ управления основными данными и последствий для баз данных, разработку моделей для анализа и интеграции неструктурированных данных в *ERP*, превращение *ERP* в информационные центры с помощью больших данных, установление доверия при слиянии данных и изменение функциональности *ERP* в свете новых данных (Wang & Chen, 2021).

Дополнительный импульс развития *ERP*-системы получили в каскаде технологий компьютерного зрения. Интеграция компьютерного зрения с *ERP*-системами является многоэтапным процессом, требующим как технической, так и организационной подготовки (Ли и др., 2020). Существуют следующие градации компьютерного зрения на различные уровни сложности задач (Горячкин, Китов, 2020): распознавание и локализация объектов на изображении; отслеживание движения объектов в видеопотоке; идентификация и классификация объектов на изображении; улучшение качества изображения путем устранения искажений и шумов; создание трехмерных моделей сцен на основе двухмерных изображений.

На предприятии интеграция компьютерного зрения с *ERP*-системами обычно предполагает следующие этапы:

1. Установка аппаратного обеспечения: камер и сканеров для захвата изображений и видео для проверки качества продукции.
2. Обеспечение необходимой инфраструктуры для хранения и обработки изображений, включая серверы и сети с высокой пропускной способностью.
3. Разработка и обучение моделей компьютерного зрения.
4. Сбор фотографии дефектных и качественных продуктов для обучения модели распознавания дефектов.
5. Использование библиотек машинного обучения и компьютерного зрения, таких как *TensorFlow*, *PyTorch*, *OpenCV*, для создания моделей распознавания изображений.
6. Обучение моделей на собранных данных и тестирование их точности и надежности; модели могут быть обучены распознавать текст, объекты, лица и другие визуальные данные.
7. Разработка интерфейсов *API* для взаимодействия между моделями компьютерного зрения и *ERP*-системой позволяет передавать данные из одной системы в другую в реальном времени.
8. Разработка специальных плагинов или модулей для *ERP*-системы, которые используют результаты работы моделей компьютерного зрения; например, модуль для автоматического ввода данных из сканированных документов.
9. Настройка процессов извлечения, трансформации и загрузки данных для интеграции данных из моделей компьютерного зрения в базы данных *ERP*-системы.

Конфигурирование и тестирование системы осуществляется таким образом:

- Настройка *ERP*-системы для работы с новыми данными и функциями, такими как автоматическое обновление инвентаря или обработка счетов.
- Проведение тестов для проверки корректности работы всей системы, включая тесты на производительность и надежность.

– Непрерывное наблюдение за работой системы, сбор данных о производительности и точности моделей; регулярное обновление и дообучение моделей на новых данных для поддержания их точности и эффективности.

Например, сканеры и камеры используются для захвата изображений бумажных счетов, изображения передаются в систему, где модели *OCR* (оптическое распознавание символов) извлекают текстовую информацию, данные автоматически заносятся в *ERP*-систему (например, *SAP* или *Microsoft Dynamics*) через *API*, обновляя информацию о счетах и платежах без участия человека (Sundaram & Zeid, 2023). Для контроля качества на производственной линии¹⁷ – камеры установлены на производственной линии для проверки продукции на наличие дефектов, модели компьютерного зрения анализируют изображения в реальном времени и передают данные в *ERP*-систему, где автоматически создаются отчеты о качестве продукции (Villalba-Diez et al., 2019), если обнаруживается дефект, система может автоматически остановить линию и уведомить оператора (Sundaram & Zeid, 2023).

Внедрение ИИ в *ERP*-системы (Дашков, Нестерова, 2020; Соколова, Вербицкая, 2021) необходимо в том числе для управления человеческими ресурсами, и в частности, отбора кадров. Глобальные корпорации используют ИИ для повышения эффективности найма сотрудников, анализируя резюме и интервью, что сокращает затраты на сотрудников для подбора персонала. Формула эффективности подбора персонала: $\text{Эффективность}_{HR} = \text{Количество отобранных кандидатов} / \text{Общее количество анкет} \times \text{Качество анализа}$, где качество анализа определяется объемом и актуальностью базы данных (Дмитриева и др., 2019).

Таким образом, применение ИИ, в том числе машинного обучения, обработки естественного языка, анализа больших данных и компьютерного зрения, позволяет автоматизировать стандартные задачи и усовершенствовать аналитику для принятия решений (Villalba-Diez et al., 2019). Современные технологии ИИ активно внедряются в *ERP*-системы, такие как *SAP S/4HANA*, *Oracle ERP Cloud* и *Microsoft Dynamics 365*, обеспечивая совершенствование финансовой деятельности, управление персоналом, производственные процессы и взаимоотношения с клиентами (*CRM*). Аналогично российская система *1С:ERP* интегрирует ИИ для повышения уровня эффективности управленческих и операционных функций.

Процесс внедрения ИИ при этом начинается с тщательного анализа проекта, продолжается сбором необходимых данных и разработкой специализированных ИИ-алгоритмов, включая методы машинного обучения и обработки естественного языка; завершающим этапом является детальная настройка и обучение системы ИИ, чтобы она максимально соответствовала уникальным бизнес-процессам каждой компании.

2. Выявление рисков, связанных с использованием искусственного интеллекта в *ERP*-системах

В процессе анализа механизмов выявления рисков было выявлено, что данный процесс включает в себя определение потенциальных опасностей, которые могут возникнуть в результате интеграции ИИ в *ERP*-системы. К таким потенциальным опасностям относятся риск утечки конфиденциальной информации, возможность неавторизованного доступа, уменьшение числа рабочих мест, а также повышенная уязвимость перед лицом кибернетических атак (Мельников и др., 2021).

Методы оценки рисков подразумевают, в частности, использование алгоритмов машинного обучения (рекуррентные нейронные сети и длинная краткосрочная память) для проведения анализа данных рисков и выявления подозрительной активности (в связи с тем, что ИИ позволяет обрабатывать большие объемы данных быстро и эффективно¹⁸), что приводит к существенному увеличению риска их утечки, а также значительному повышению риска несанкционированного доступа к данным, если не были применены алгоритмы, предупреждающие мошеннические действия, распознающие подозрительные паттерны¹⁹. Существуют также риски нарушения нормативных документов по защите персональных данных, например,

¹⁷ Trajkova, E., Rožanec, J. M., Dam, P., Fortuna, B., & Mladenčić, D. (2021). Active Learning for Automated Visual Inspection of Manufactured Products. arXiv preprint arXiv:2109.02469.

¹⁸ Что такое ИИ? Узнайте об искусственном интеллекте. (2023). Oracle Cloud. <https://www.oracle.com/cis/artificial-intelligence/what-is-ai/>

¹⁹ Искусственный интеллект и риски конфиденциальности: защита ваших данных в автоматизированном мире. Dz Techs. <https://www.dz-techs.com/ru/ai-privacy-risks-safeguarding-data-incogni/>

таких как *GDPR*²⁰ и *CCPA*²¹, Федерального закона № 152-ФЗ «О персональных данных» от 27 июля 2006 г.²², при использовании ИИ в *ERP*-системах. Кроме того, автоматизированные ИИ-системы могут принимать решения без должного человеческого контроля, что может привести к ошибочному использованию данных, а также внутренние процессы ИИ недоступны для обычного пользователя (т. е. он не может исследовать внутренний код и логику для генерации результатов), из-за чего есть риск затруднения понимания того, как данные используются и обрабатываются.

Организация экономического сотрудничества и развития (далее – ОЭСР) указывает на возможное сокращение рабочих мест из-за автоматизации, в частности в производстве и администрации²³ (хотя использование ИИ также может создавать новые рабочие места, связанные непосредственно с разработкой, обслуживанием и управлением системами искусственного интеллекта) (Котельников, 2023). Использование ИИ приводит к неравномерному распределению выгод, сосредоточенных в определенных отраслях и регионах, что, конечно, может усилить социально-экономическое неравенство²⁴, и в этой связи ОЭСР подчеркивает острую необходимость в том, чтобы обеспечивать регулирование ИИ для предотвращения разнообразных рисков, связанных непосредственно с автоматизацией и использованием личных данных, и для обеспечения равенства; в целом ИИ в сфере экономики может сократить производственные затраты, повысить качество товаров и услуг, улучшить удовлетворенность клиентов и способствовать росту доходов и, кроме того, предоставляет инструменты для точного анализа потребностей рынка и эффективного управления ресурсами, несмотря на свои потенциальные риски:

- Сокращение рабочих мест из-за автоматизации задач. Однако автоматизация, связанная с внедрением ИИ, может увеличить доходы высококвалифицированных работников, в то время как низкоквалифицированные работники могут столкнуться с уменьшением возможностей и доходов (Тройнов др., 2023).

- Нередко принятие ИИ решений на основе неполных или же предвзятых данных (если он обучается на неполном наборе фактов, который может не включать все возможные сценарии по определенному вопросу, или же обучается на данных, содержащих предвзятые дискриминационные сведения, например, по полу, возрасту и расе), что впоследствии может привести к различным ошибочным и даже незаконным выводам и действиям (Тройнов др., 2023).

- Этические и юридические проблемы в отношении приватности и независимости (необходимо обновление законодательства или разработки новых положений, регулирующих использование ИИ)²⁵.

Рассмотренные риски, с нашей точки зрения, требуют тщательного анализа, и для распознавания подозрительных паттернов представляется целесообразным использовать методы машинного обучения и анализа данных. Так, одним из них является использование рекуррентных нейронных сетей или длинной краткосрочной памяти. Эти модели хорошо справляются с задачами последовательного анализа данных, что делает их подходящими для выявления мошеннических транзакций.

Поэтому можно выделить следующие критерии оценки рисков: использование алгоритмов машинного обучения, таких как рекуррентные нейронные сети и длинная краткосрочная память, для анализа больших

²⁰ GDPR (General Data Protection Regulation) – это регулирование Европейского союза, касающееся конфиденциальности информации в Европейском союзе и Европейской экономической зоне. Оно является важной частью законодательства ЕС о конфиденциальности и правах человека, особенно ст. 8(1) Хартии основных прав Европейского союза. GDPR также регулирует передачу личных данных за пределы ЕС и ЕЭЗ. См.: What is GDPR, the EU's new data protection law? GDPR.eu. <https://gdpr.eu/what-is-gdpr/>

²¹ CCPA (California Consumer Privacy Act) – закон штата Калифорния, предназначенный для усиления прав на конфиденциальность и защиты потребителей для жителей Калифорнии. Закон предоставляет потребителям больше контроля над личной информацией, которую собирают о них бизнесы, и регулирует, как эта информация используется и распространяется. См.: California Consumer Privacy Act (CCPA). State of California. <https://www.oag.ca.gov/privacy/ccpa>

²² О персональных данных. № 152-ФЗ от 27.07.2006. (2006). https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61801/

²³ OECD. (2018). Искусственный интеллект: интеллектуальные машины, разумная политика. [one.oecd.org/document/DSTI/CDEP\(2018\)8/en/pdf](https://one.oecd.org/document/DSTI/CDEP(2018)8/en/pdf).

²⁴ Там же.

²⁵ Скопинцева, Е. (2024, 5 апреля). Популяризация ИИ: как минимизировать риски для бизнеса. Экономика и жизнь. <https://www.eg-online.ru/article/482160/>

данных и выявления подозрительных паттернов поведения в системе помогает своевременно обнаруживать и минимизировать мошеннические действия и другие риски, связанные с безопасностью данных.

Направленность на улучшение операционной деятельности компании подразумевает обеспечение автоматизации рутинных задач (Ли и др., 2020), повышение точности прогнозов спроса и оптимизации производственных процессов; анализ ключевых показателей эффективности, таких как сокращение времени на планирование и согласование бюджета, повышение точности прогнозов спроса на продукцию, снижение затрат на складирование и логистику, а также увеличение производительности за счет оптимизации производственных линий. Для их достижения необходимо систематизировать собранные данные о деятельности компании, и в этом процессе должны быть четко сформулированы систематизирующие признаки, их значимость и методы повышения их значимости (Bonsón et al., 2021). Систематизирующие признаки: определение основных характеристик данных, собранных в *ERP*-системе компании, таких как временные метки транзакций, категории операций (производство, складирование, логистика), действия пользователей и финансовые показатели (затраты, доходы, прибыли). Все это необходимо для проведения соответствующей кластеризации: так, временные метки критичны для анализа сезонных трендов продаж, а категории операций важны для сегментации данных и оптимизации отдельных бизнес-процессов.

Использование алгоритмов для предобработки, нормализации и анализа данных: очистка данных от ошибок и дубликатов, а также заполнение пропусков в данных, использование алгоритмов машинного обучения могут для предсказания пропущенных значений на основе имеющихся данных, обеспечение консистентности и целостности данных путем их интеграции из различных источников (производственные линии, склады, отдел продаж) в единую *ERP*-систему компании, чтобы получить полное представление обо всех аспектах деятельности компании и повысить точность аналитики и прогнозов.

Упомянутый подход обеспечивает не только выявление рисков и повышение эффективности, но и систематизацию собранных данных; это значительно улучшает качество принимаемых управленческих решений и управления бизнесом в компании и соответствует исследованиям (Jawad & Balázs, 2024; Svensson & Thoss, 2021).

Таким образом, минимизация рисков в анализе данных требует использования алгоритмов машинного обучения, таких как рекуррентные нейронные сети и краткая долгосрочная память, для распознавания подозрительных паттернов. Методы эффективны в выявлении мошеннических действий благодаря их способности к последовательному анализу данных. Процесс включает сбор и предобработку данных, обучение и выбор оптимальной модели, оценку ее эффективности и последующее развертывание для реального времени.

3. Интеграция искусственного интеллекта в современные *ERP*-системы

ERP-системы – интегрированные информационные платформы, предназначенные для организации и управления корпоративными ресурсами, производственными мощностями, складскими запасами и клиентскими отношениями; представляют собой универсальные программные комплексы, которые обеспечивают эффективное взаимодействие всех аспектов бизнеса²⁶.

Важные принципы *ERP* (табл. 2) заключаются в оптимизации операционной деятельности и повышении общей производительности предприятия. Упомянутое достигается за счет централизации данных и процессов (Антонова и др., 2020), тем самым улучшая координацию и принятие решений на всех уровнях управления.

ERP-системы обеспечивают комплексные решения для оперативного управления информацией, синхронизации работы подразделений, автоматизации задач и адаптации к изменяющимся масштабам деятельности предприятия. Они являются ключевым инструментом для ускорения роста и повышения конкурентоспособности на рынке (McCarthy & Mathieson, 2000).

В России среди *ERP*-систем продукция *SAP*, представляющая собой широкий спектр программного обеспечения для управления бизнес-процессами, занимает ведущие позиции (рис. ниже).

Исходя из рисунка, отметим следующее:

– 1С значительно увеличила свою долю с 32,9 до 55 %. Этот рост обусловлен усилением политики импортозамещения и повышенным спросом на локализованные решения.

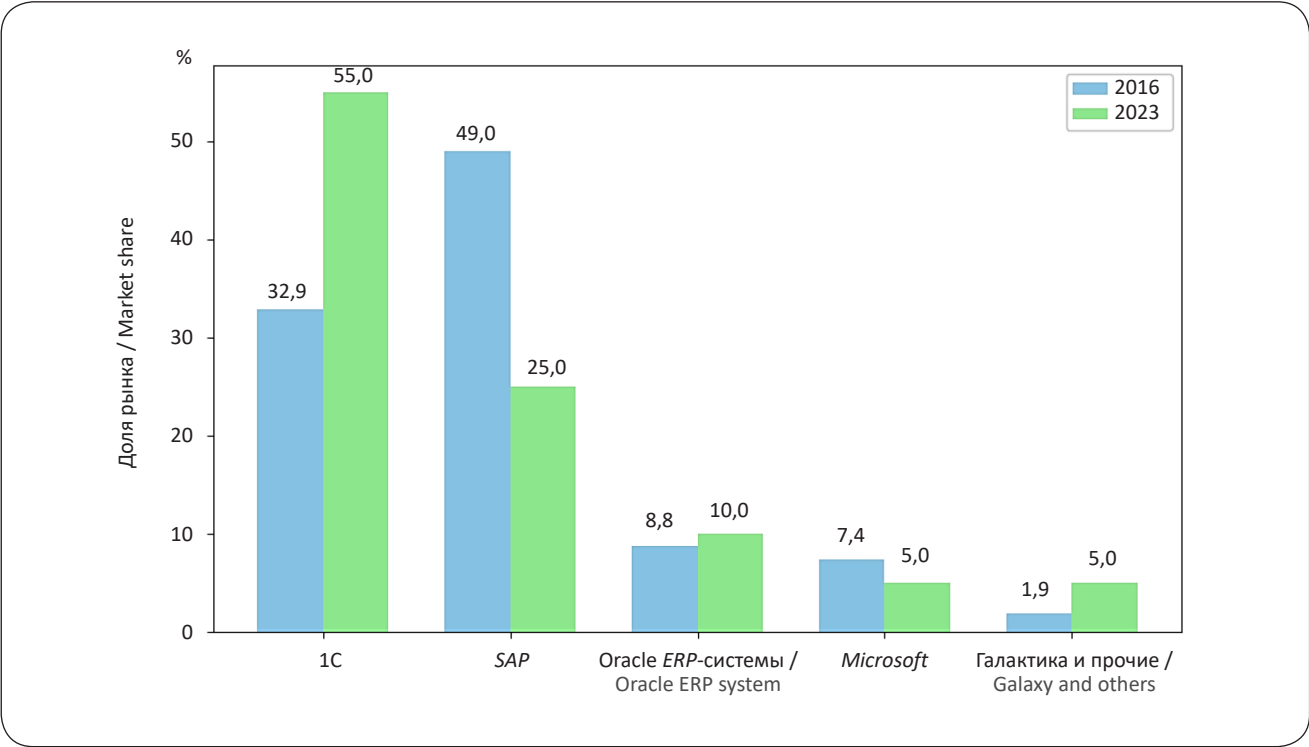
²⁶ Развитие ERP систем в условиях внедрения искусственного интеллекта. (2024). ScienceForum. <https://scienceforum.ru/2024/article/2018035662?ysclid=lzs54bi0wf774924248>

Таблица 2

Основные принципы ERP-систем
Table 2. Main principles of ERP systems

Принцип / Principle	Преимущества / Advantages
Управление данными в реальном времени / Data management in real time	Позволяет отслеживать операции 24/7 и быстро принимать решения, что критично для скорости и гибкости в современной бизнес-среде / Allows tracking transactions 24/7 and making decisions quickly, which is critical for speed and flexibility in today's business environment
Интеграция операций между подразделениями / Integration of operations between divisions	Устраняет разрозненность данных и обеспечивает сотрудничество между отделами, повышая производительность и эффективность / Eliminates data fragmentation and enables collaboration across departments, increasing productivity and efficiency
Автоматизация рутинных задач / Automation of routine tasks	Сокращает время и затраты, уменьшая влияние человеческого фактора при вводе данных / Reduces time and costs by reducing the impact of human error during data entry
Высокая масштабируемость / High scalability	Позволяет расширять систему по мере роста бизнеса, включая новые модули и функциональные возможности / Makes it possible to expand the system as business grows to include new modules and functionality

Источник: составлено авторами по материалам (Нешумов, 2023).
Source: compiled by the authors with the data of (Neshumov, 2023).



Структура российского рынка программного обеспечения класса ERP в 2016 и в 2023 гг.
Источник: составлено авторами по материалам (Системы управления предприятием (ERP-рынок России)²⁷.
Structure of the Russian market of ERP-class software in 2016 and 2023
Source: compiled by the authors with the data of²⁷.

²⁷ Системы управления предприятием (ERP-рынок России). (2024, 20 марта). TAdviser. [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Системы_управления_предприятием_\(ERP-рынок_России\)?ysclid=lzs3gbfj7o559812030#](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Системы_управления_предприятием_(ERP-рынок_России)?ysclid=lzs3gbfj7o559812030#).Статистика_TAdviser

– SAP потеряла лидерство, снизив свою долю с 49 до 25 %. Это связано с уменьшением использования западного программного обеспечения в пользу отечественных разработок.

– Oracle сохранила свою позицию на рынке с небольшой динамикой роста с 8,8 до 10 %, показывая устойчивость на фоне изменений.

– Microsoft уменьшила свое присутствие на рынке с 7,4 до 5 %, что также связано с переходом на локальные решения.

– «Галактика» и прочие увеличили свою долю с 1,9 до 5 %, демонстрируя рост интереса к другим отечественным ERP-системам.

Наблюдается четкий тренд на переход к отечественным решениям в сфере ERP, что отражает текущую экономическую и политическую ситуацию. ERP-системы управляют сложными бизнес-процессами (Грицунова и др., 2019), хотя их внедрение требует значительных усилий и ресурсов.

Представляется, что для снижения себестоимости внедрения ИИ в ERP целесообразно интегрировать виртуальные помощники, функционирующие в облаке, обеспечивающие дополнительно масштабируемость и доступность с любого устройства. Например, интеграция чатов с технологией генерации ответов в ERP-систему. Она включает следующие ключевые этапы:

1. Определение задач, которые чаты будут выполнять, например, поддержка пользователей, автоматизация рутинных задач или анализ данных.

2. Выбор подходящей платформы для интеграции (например, *OpenAI API*) и получение доступа к *API* чата.

3. Создание интерфейсов для взаимодействия чата с ERP-системой (разработка *API* и адаптация интерфейсов пользователя).

4. Настройка чата для понимания специфики бизнеса и ERP-системы. Обучение модели на корпоративных данных и сценариях.

5. Подключение чата к ERP-системе для обмена данными (использование веб-хуков, *REST API* или других методов интеграции).

6. Проведение тестирования интеграции для проверки корректности работы и эффективности; оптимизация модели и интерфейсов на основе обратной связи от пользователей.

7. Запуск интегрированного решения в эксплуатацию и обеспечение постоянной поддержки и обновления для улучшения работы чата.

Проводя анализ современных ERP-систем, отметим, что они делятся обобщенно на традиционные, облачные, отраслевые и предназначенные для малого бизнеса²⁸. Традиционные ERP-системы, такие как *SAP Leonardo* и *Oracle AI*, включают в себя алгоритмы ИИ для автоматизации данных и улучшения бизнес-процессов. *SAP Leonardo* и *Oracle AI*, включают в себя искусственный интеллект (для автоматизации данных и улучшения бизнес-процессов). *SAP Leonardo* обогащает данные машинным обучением и аналитикой; *Oracle AI* – поддерживает управление цепочками поставок и финансовыми потоками, способствуя росту клиентской лояльности. *Microsoft Dynamics 365 AI*, в свою очередь, предоставляет малому и среднему бизнесу доступ к облачным ERP-системам с элементами искусственного интеллекта (Qasim et al., 2021), которые оптимизируют процессы продаж, клиентского сервиса и финансового управления, улучшая автоматизацию и точность прогнозов; при этом российские ERP-системы, такие как 1С, *Acumatica* и *Softline*, внедряют ИИ для анализа данных и прогнозирования.

Сектор информационных технологий на сегодняшний день становится средой с усиливающейся конкуренцией ИТ-компаний, которые внедряют ИИ в свои продукты, в том числе в системы ERP, с целью улучшения функциональности программ, совершенствования операционных процессов, усиления управленческой эффективности, повышения качества обслуживания клиентов и укрепления своих позиций на рынке (Назилин, Силакова, 2022).

Исходя из вышеизложенного, машинное обучение (ML), анализируя данные в ERP-системах, оптимизирует бизнес-процессы, автоматизирует рутинные задачи, снижает ошибки и улучшает прогнозирование (Šereš & Tumbas, 2014). Упрощение модели происходит путем применения облачных вычислений, позволяющих сни-

²⁸ Какие бывают типы ERP-систем. Путешествие в мир ERP-систем: от теории к практике. (2024, 4 июля). <https://telegra.ph/Kakie-byvayut-tipy-ERP-sistem-Puteshestvie-v-mir-ERP-sistem-ot-teorii-k-praktike-07-04?ysclid=m0dhmoyh6p239613447>

зитель затраты на инфраструктуру и повысить гибкость системы, и предобученных *ML*-моделей для типичных задач, допустим, прогнозирования спроса и управления запасами. Более комплексные модели подразумевают интеграцию глубокого обучения – проводится с целью обработки больших объемов данных и решения сложных задач, например, анализа настроений клиентов и предсказания финансовых рисков, разработки кастомизированных моделей с целью повышения их точности и эффективности (Мочалова, Голева, 2023).

Обработка естественного языка посредством чат-ботов подразумевает автоматизацию обработки текстовых данных, анализ текстовой информации, направленные на поддержку принятия решений в процессе взаимодействия с клиентами. Компактные модели организации систем возможны с помощью легковесных *NLP*-библиотек, например, *spaCy* или *NLTK* (для базовых задач обработки текста), внедрения базовых чат-ботов (для часто задаваемых вопросов). Вместе с тем более комплексные модели обычно предполагают, во-первых, разработку комплексных *NLP*-моделей, обеспечивающую обработку больших объемов текстовых данных, понимание контекста, а во-вторых, создание мультязычных систем для международных компаний.

Прогнозная аналитика включает в себя прогнозирование спроса, управления запасами, финансового планирования и анализа, а также оптимизации производственных процессов. Применяются как стандартные аналитические инструменты, такие как инструменты бизнес-аналитики, стандартные алгоритмы временных рядов, автоматизации отчетности, так и более сложные модели (в частности, аналитические и эконометрические), предполагающие интеграцию данных из различных источников (с целью повышения точности прогнозов).

Для улучшения моделей машинного обучения представляется целесообразным разрабатывать адаптивные модели, изменяющиеся с учетом конкретных бизнес-требований, и внедрять механизмы самообучения автоматической адаптации к новым данным (Мельничук, 2023).

В области обработки естественного языка рекомендуется использовать методы активного обучения, улучшающие модели на основе обратной связи от пользователей, интегрировать семантический анализ для точного понимания контекста и значений слов, а в прогнозной аналитике – разрабатывать комплексные модели, учитывающие сезонные колебания, тренды и внешние факторы; внедрять системы мониторинга и контроля качества прогнозов для своевременного выявления и коррекции ошибок.

Внедрение ИИ в *ERP*-системы имеет значительный потенциал (в плане повышения операционной эффективности и оптимизации принятия решений²⁹), но результативность зависит от грамотного выбора и адаптации моделей под нужды компании. Рекомендуется сочетание простых и сложных моделей, направленных на достижение оптимального баланса между затратами и эффективностью.

4. Трансформация *ERP*-систем под влиянием искусственного интеллекта: преимущества, проблемы и стратегический подход

Концепция цифровизации бизнес-процессов охватывает предприятия различных масштабов и специализаций, и в эпоху технологического прогресса становится особенно актуальным внедрение инновационных подходов, таких как ИИ, аналитика обширных массивов данных, облачные технологии, мобильные решения и децентрализованные системы учета, известные как блокчейн: все эти факторы оказывают неоспоримое влияние на *ERP*-системы, задавая тем самым ключевые направления их эволюции³⁰.

В 2018 г., по данным *Gartner*, глобальный рынок *ERP* составил 37,3 млрд долларов. Ожидается, что он будет расти на 6,8 % ежегодно в течение следующих трех лет. Что касается российского сегмента, то в 2017 г. его объем достиг 819 млн долларов, с годовым ростом в 30 %. Российский рынок отличается уникальными особенностями, включая требования регуляторов по импортозамещению³¹. Преимущества трансформации *ERP*-систем под влиянием ИИ: возможность управлять запасами и цепочками поставок, осуществлять финансовое планирование и аналитику, ускорять производственные процессы (в частности, снижать командировочные расходы на 15–20 %³²). Благодаря ИИ компании могут более эффективно строить отношения с клиентами

²⁹ Как использовать искусственный интеллект в корпоративной сфере. (2023). IT-world. <https://express.ms/press-center/publications/kak-ispolzovat-iskusstvennyy-intellekt-v-korporativnoy-sfere/>

³⁰ Свиначев, С. (2019, 17 сентября). ERP и цифровая трансформация. *itWeek*, 6(949).

³¹ Там же.

³² Сайт компании Itorium MR. <http://itorum-mr.ru/>

и сотрудниками, повышая тем самым общую продуктивность. Так, согласно статистике, 92 % организаций, успешно интегрировавших ИИ, формируют межфункциональные команды для проектов. Это способствует инновациям и оптимизации рабочих процессов. В частности, в 2019 г. компания *Microsoft* заявила, что ИИ помогает производственным компаниям быть конкурентоспособными (Иванов, 2019). Одна из систем *ERP* компании *Microsoft Dynamics 365* (о которой было упомянуто в первых разделах) включает в себя следующие технологии ИИ: обработка естественного языка для автоматизации взаимодействия с клиентами и обработки запросов; машинное обучение для управления запасами и цепочками поставок; технология аналитики данных для финансового планирования и анализа, способствующее более точному принятию решений (чем было до применения технологии). Еще одним примером являются производственные площадки группы компаний «Норильский никель», которые используют ИИ в том числе с компьютерным зрением непосредственно для автоматизации рутинных задач, обеспечивая ускорение производственных процессов и в дальнейшем, снижая затраты на персонал (Петров, 2020). Отметим, что при применении компьютерного зрения на производственных площадках компании «Норильский никель» используются алгоритмы нейронных сетей, которые в онлайн-режиме анализируют рудный материал по фотографии и определяют процент рудной минерализации³³.

Таким образом, ИИ трансформирует *ERP*-системы, улучшая управление запасами и цепочками поставок, финансовое планирование и анализ, а также ускоряя производство.

5. Основные проблемы и вызовы современных *ERP*-систем: перспективные направления их решения

На сегодняшний день большинство компаний обновляют свои *ERP*-системы, внедряя новые непосредственно для замены устаревшего программного обеспечения (49 %), внедрения собственных решений (16 %), для замены бухгалтерских программ (15 %) для замены иных не *ERP*-систем (20 %)³⁴.

Для систематизации проблем внедрения *ERP* в организациях прежде всего рассмотрен неудачный опыт различных компаний, например: *Vodafone*³⁵, *Woolworth's Australia*³⁶, *Target Canada*³⁷. Сущестующий опыт внедрения *ERP*-систем показывает, что современные *ERP*-системы должны реализовываться в следующих аспектах (Королькова, 2018): 1) должны обеспечивать бесперебойную интеграцию с разнообразными приложениями, облачными сервисами, базами данных, *IoT*-устройствами (это непростая задача в условиях постоянно расширяющегося технологического ландшафта); 2) в меняющихся рыночных условиях должны обладать высокой степенью адаптивности и оперативности в обновлениях; 3) должны иметь продвинутые меры безопасности, в том числе в контексте увеличения объемов данных, которое ведет непосредственно к повышенному риску кибератак и утечек информации³⁸; 4) обучения персонала, адаптации и создания ин-

³³ Опрос работников компании «Норильский никель» с целью определения, как именно происходит данный процесс, помог определить, что сначала собираются фотографии рудного материала, которые будут использоваться для обучения и анализа: фотографии руды подвергаются предобработке для улучшения качества изображений и выделения важных особенностей, таких как текстура, цвет и форма; на следующем этапе нейронная сеть обучается на подготовленном наборе данных. Это включает в себя настройку весов сети для оптимизации процесса распознавания характеристик руды; после обучения нейронная сеть тестируется на новых изображениях для оценки ее способности точно определять процент минерализации; в производственных условиях нейронная сеть работает в режиме реального времени, анализируя фотографии руды и определяя процент минерализации; информация, полученная с помощью компьютерного зрения, используется для принятия решений на производстве, например, для определения качества руды или ее пригодности для дальнейшей переработки (Источник: Норильский никель. <https://nornickel.ru/innovation/laboratory/>). Компания применяет данную технологию на производственных конвейерах с целью определения отклонений от нормального уровня; благодаря такой интеграции компании удалось снизить число брака, обеспечить более высокий уровень безопасности, чем было до внедрения ИИ. (Источник: Innovation and digital technology – Business overview. (2022). Nornickel 2022 Annual Report.)

³⁴ Samara, T. (2018). *ERP and Information Systems. Integration or Disintegration*. John Wiley & Sons Limited. P. 11.

³⁵ Baumann, B. (2021, February 24). Lessons Learned From The Vodafone CRM Failure. Panorama Consulting Group. <https://www.panorama-consulting.com/vodafone-crm-failure/>; <https://www.henricodolfing.com/2020/05/case-study-vodafone-crm-disaster.html>

³⁶ Fruhlinger, J. (2017, July). 15 famous ERP disasters, dustups and disappointments. ARN. <https://www.arnnet.com.au/article/1266510/15-famous-erp-disasters-dustups-and-disappointments.html>

³⁷ Jackson, B. (2016, January 25). 4 IT lessons learned from Target Canada's failure as documented by Canadian Business. <https://www.itbusiness.ca/news/4-it-lessons-learned-from-target-canadas-failure-as-documented-by-canadian-business/64199>

³⁸ ERP security in a cybercrime world. SAP Insights. <https://www.sap.com/central-asia-caucasus/insights/erp-security.html>

струкций для решения проблем безопасности, так как внедрение или обновление *ERP*-систем часто встречает сопротивление от сотрудников и сотрудников безопасности из-за риска кибератак.

Решение проблем *ERP*-систем включает переход к облачным решениям для масштабируемости и гибкости, интеграцию с *IoT* для улучшения управления активами и использование ИИ и машинного обучения для автоматизации и аналитики (Городнова, 2021). Двойная система *ERP* на разных уровнях обеспечивает соответствие локальным нормам³⁹:

- Локальные *ERP*-системы могут быть настроены под специфические потребности каждого подразделения, что обеспечивает гибкость в адаптации к изменениям.
- Локальные системы – учитывают непосредственно местные законы и регуляции, что, конечно, помогает избегать нарушений и обеспечивать соответствие.
- Глобальная *ERP*-система в свою очередь обеспечивает общую координацию, а локальные – оптимизацию процессов внутри каждого подразделения.
- Использование двух систем позволяет более детально анализировать данные на разных уровнях организации.
- Локальные системы: более адаптированы непосредственно к местным угрозам и обеспечивают наиболее высокую степень защиты данных.

Ввиду того, что рассмотренные технологии ИИ демонстрируют больше преимуществ, чем недостатков, представляется целесообразным придерживаться интегративного подхода к применению ИИ в *ERP*-системах, объединяющего методы машинного обучения, обработки естественного языка и прогнозной аналитики и обеспечивающего комплексную оценку синергетического воздействия на операционную эффективность бизнес-процессов.

Заключение

Анализ практики применения ИИ в *ERP*-системах позволил выявить следующие его преимущества: снижение затрат на управление запасами, повышение точности прогнозов, ускорение финансового анализа, более точное бюджетирование и увеличение общей производительности; оптимизация бизнес-процессов, улучшение управления данными, цепочками поставок и персоналом, а также автоматизация финансовых операций. Тем не менее интеграция ИИ в *ERP*-системы не лишена рисков, включая угрозу утечки конфиденциальной информации, риск несанкционированного доступа, потерю рабочих мест из-за автоматизации, уязвимость к кибератакам, высокие затраты на внедрение и дефицит квалифицированных специалистов. Кроме того, существуют этические и юридические проблемы, связанные с защитой личных данных и независимостью, что требует обновления существующего законодательства или разработки новых нормативных актов.

В целом интеграция ИИ в *ERP*-системы способствует повышению конкурентоспособности и операционной эффективности; исследования показывают, что ИИ значительно улучшает эффективность *ERP*-систем, оптимизируя производительность и бизнес-процессы. В контексте внедрения ИИ в *ERP*-системы рекомендуется комплексный подход, объединяющий различные методы и технологии, для достижения синергетического эффекта и усовершенствования бизнес-операций.

Список литературы

- Азимбаев, Д. Ж., Куан, И. А., Гулида, И. В. (2019). Искусственный интеллект и машинное обучение. *Вестник современных исследований*, 1.3(28), 6–7. EDN: PNPBLT
- Алексеева, И. Ю. (1991). Искусственный интеллект и рефлексия над знаниями. *Философия науки и техники*, 9, 44–53.
- Антонова, И. И., Антонов, С. А. (2022). Циркулярная экономика как инновационная модель устойчивого развития региона. *Стандарты и качество*, 5, 68–73.

³⁹ Download the free report for the complete 2024 ERP market share forecast. (2023, September 26). HG Insights. <https://hginsights.com/market-reports/erp-market-report>

Антонова, И. И., Репина, Ю. А., Зотов, М. В. (2020). Повышение эффективности предприятий агропромышленного комплекса. *Компетентность*, 7, 42–47.

Асанова, Ф. Б. (2018). Использование информационно-коммуникационных технологий с целью развития креативных способностей учеников на уроках технологии. *Образование, инновации, исследования как ресурс развития сообщества: материалы II Международной научно-методической конференции* (с. 284–288). Чебоксары: ИД «Среда».

Бычков, С. А. (2012). Сущность и влияние ERP-системы на эффективность деятельности предприятия. *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*, 9, 1–5.

Городнова, Н. В. (2021). Применение искусственного интеллекта в бизнес-сфере: современное состояние и перспективы. *Вопросы инновационной экономики*, 11(4), 1473–1492. <https://doi.org/10.18334/vinec.11.4.112249>

Горячкин, Б. С., Китов, М. А. (2020). Компьютерное зрение. *E-Scio*, 9(48). <https://cyberleninka.ru/article/n/kompyuternoe-zrenie-1>

Грицунова, С. В., Седых, Ю. А., Высоцкая, Т. А. (2019). Цифровизация и ее влияние на бизнес-процессы предпринимательских структур. *Вестник Алтайской академии экономики и права*, 10-1, 34–38. <https://doi.org/10.17513/vaael.742>

Дашков, А. А., Нестерова, Ю. О. (2020). Исследование влияния искусственного интеллекта на бизнес-модель организации. *E-Management*, 3(4), 26–36. <https://doi.org/10.26425/2658-3445-2020-3-4-26-36>

Дмитриева, Т. А., Герман, Е. А., Козелецкая, М. Г. (2019). Искусственный интеллект в современном бизнесе. В сб. *Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли: сборник трудов научно-практической и учебной конференции, Санкт-Петербург, 4–6 июня 2019 г.* (Ч. 1, с. 367–371). Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. EDN: UCFDCO

Докучаева, С. М. (2019). Инновационное развитие искусственного интеллекта и машинного обучения в современной экономике. *РИСК: Ресурсы. Информация. Снабжение. Конкуренция*, 1, 136–138.

Дульнев, В. В. (2020). Применение технологии машинного обучения в ERP-системах. В сб. *Сборник материалов Всероссийской конференции молодых исследователей с международным участием «Социально-гуманитарные проблемы образования и профессиональной самореализации» (Социальный инженер-2020)*, Москва, 7–10 декабря 2020 г. (Ч. 4, с. 142–146). Москва: Российский государственный университет имени А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство). EDN: RIUQJV

Дурнев, Р. А., Крюков, К. Ю., Титов, А. Е. (2019). Искусственный интеллект: комплексный анализ состояния и перспектив разработки. *Инноватика и экспертиза: научные труды*, 1(26), 190–202. EDN: ZEKQQP

Иванов, А. Б. (2019). Применение искусственного интеллекта в производственных компаниях: анализ и перспективы. *Инженерные системы и средства автоматизации*, 28(3), 45–52.

Исаева, М. З., Алисултанова, А. В., Дасаев, М. А., Цуев, М. М. (2023). Методы и технологии обработки естественного языка. В сб. М. С. Сайдумов, И. И. Начхоев, *МИЛЛИОНЩИКОВ-2023: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием, Грозный, 30–31 мая 2023 г.* (с. 90–95). Грозный: Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М. Д. Миллионщикова. EDN: JTCRPO

Колесова, Е. В., Перова, М. В. (2024). Развитие ERP систем в условиях внедрения искусственного интеллекта. *Материалы XVI Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум»*.

Королькова, Е. М. (2018). Проблемы выбора и внедрения ERP-систем на российских предприятиях. *Дневник науки*, 10(22), 46. EDN: YMMAXQ

Котельников, Л. Л. (2023). Влияние искусственного интеллекта на социально-экономическую сферу. В сб. *Фундаментальные и прикладные аспекты компьютерных технологий и информационной безопасности: сборник статей Всероссийской научно-технической конференции* (с. 485–487). Таганрог: Южный федеральный университет.

Ли, Ю., Чжан, Т., Янг, Ю., Гао, Ю. (2020). Поддержка принятия решений с помощью искусственного интеллекта в клинической диагностике в педиатрии: развитие и перспективы на будущее. *Журнал международных медицинских исследований*, 48(9).

Мельников, А. В., Бачурин, А. И., Распопов, А. А., Цветкова, В. А. (2021). Актуальные аспекты разработки и внедрения систем искусственного интеллекта в организациях. *Социальные новации и социальные науки*, 2(4), 38–46. <https://doi.org/10.31249/snsn/2021.02.03>

Мельничук, Ю. Н. (2023). Цифровизация бизнес-процессов. *Молодой ученый*, 23(470), 263–266.

Мочалова, Я. В., Голева, Е. А. (2023). Искусственный интеллект: использование в экономике. *Молодой ученый*, 21(468), 170–172.

Назилин, В. С., Силакова, Л. В. (2022). Применение ERP-систем для повышения эффективности бизнес-процессов коммерческих организаций. *Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования*, 3(61), 46–52.

Нешумов, Е. В. (2023). Инструменты технологии искусственного интеллекта в повышении эффективности ERP-систем. *Научные записки академии*, 2(46), 45–49. EDN: LQMYPE

Петров, В. Г. (2020). Искусственный интеллект в промышленности: реальный опыт и перспективы. *Промышленная автоматика*, 2, 18–24.

- Печурина, Е. К., Мазалова, А. Н. (2018). Искусственный интеллект в промышленности. *Colloquium-Journal*, 12-6(23), 33–34. EDN: VNBKIG
- Савельев, А. А., Матросов, В. Д. (2023). Применение искусственного интеллекта для автоматизации производственных процессов. В сб. В. Г. Хомченко (отв. ред.), Е. И. Пастухова. *Автоматизация, мехатроника, информационные технологии: материалы XIII Международной научно-технической интернет-конференции молодых ученых, Омск, 16–17 мая 2023 г.* (с. 4–6). Омск: Омский государственный технический университет. EDN: FSBVUR
- Соколова, Я. А., Вербицкая, В. В. (2021). Применение систем искусственного интеллекта в управлении предприятием. В сб. *Материалы XIII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум»*. <https://scienceforum.ru/2021/article/2018025315>
- Тройнов, Н. Р., Королев, Д. В., Нечаева, И. И. (2023). Влияние искусственного интеллекта на современный рынок труда. В сб. *Экономика в социокультурном пространстве современности: проблемы, решения, прогнозы: материалы X Международной научно-практической конференции, Владимир, 23 ноября 2023 г.* (с. 318–322). Владимир: АРКАИМ.
- Чайковская, Л. А., Езза, Х. Абу (2018). Интеграция систем планирования ресурсов предприятия и больших данных. *Экономика и управление: проблемы, решения*, 2(12), 43–49. EDN: VNXUXE
- Шитова, Т. Ф. (2021). ERP-система – эффективный инструмент развития цифровой экономики. *Муниципалитет: экономика и управление*, 2(35), 1–5. <https://doi.org/10.22394/2304-3385-2021-2-27-39>
- Юргель, В. Ю. (2019). Сложности моделирования естественного языка. *Вестник науки и образования*, 23-1(77), 12–14.
- Bonsón, E., Bednárová, M., & Cortijo, V. (2021). Artificial intelligence activities and ethical approaches in leading listed companies in the European Union. *International Journal of Accounting Information Systems*, 43, 100535. <https://doi.org/10.1016/j.accinf.2021.100535>
- Dou, Z., Wang, X., Shi, Sh., & Tu, Zh. (2020). Exploiting deep representations for natural language processing. *Neurocomputing*, 38(621), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2019.12.060>
- Elragal, A., & Haddara, M. (2012). The Future of ERP Systems: Look Backward Before Moving Forward. *Procedia Technology*, 5(5), 21–30. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2012.09.003>
- Esteves, J., & Pastor, J. (1999). An ERP Lifecycle-based Research Agenda. *1st International Workshop on Enterprise Management Resource and Planning Systems EMRPS, Venice, Italy* (pp. 359–371).
- Haddara, M., & Elragal, A. (2013). ERP Lifecycle: A Retirement Case Study. *Information Resources Management Journal*, 26(1), 1–11.
- Ivanova, A. V. (2018). VR & AR technologies: opportunities and application obstacles. *Strategic Decisions and Risk Management*, 3, 88–107. <https://doi.org/10.17747/2078-8886-2018-3-88-107>
- Jawad, Z. N., & Balázs, V. (2024). Machine learning-driven optimization of enterprise resource planning (ERP) systems: a comprehensive review. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 13, 4. <https://doi.org/10.1186/s43088-023-00460-y>
- McCarthy, L. M., & Mathieson, K. (2000). *Enterprise Resource Planning: Global Opportunities and Challenges*. Hershey, PA: Idea Group Publishing.
- Nazilin, V. S., & Silakova, L. V. (2022). Research on Technologies and Solutions Addressing the Issue of Improving the Efficiency of the Business Processes in Commercial Organizations. *Социальные и экономические системы. Экономика*, 4, 218–240.
- Orlicky, J. (1975). *Material Requirements Planning*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Ptak, C. A., & Schragenheim, E. (1999). *ERP: Tools, Techniques, and Applications for Integrating the Supply Chain*. Boca Raton, FL: St. Lucie Press.
- Qasim, S., Memon, M. A., Nizamani, M., Kumar, P., & Qasim, M. (2021). An Analysis of Enterprise Resource Planning System Usage to Improve Business Process Performance. *Quaid-e-Awam University Research Journal of Engineering Science & Technology*, 19(1), 65–69. <https://doi.org/10.52584/qrij.1901.09>
- Šereš, L., & Tumbas, P. (2014). ERP & Globalization: Challenges and Responses. *Strategic Management*, 19(4), 50–57.
- Sundaram, S., & Zeid, A. (2023). Artificial Intelligence-Based Smart Quality Inspection for Manufacturing. *Micromachines*, 14(3), 570. <https://doi.org/10.3390/mi14030570>
- Svensson, A., & Thoss, A. (2021). Risk Factors When Implementing ERP Systems in Small Companies. *Information*, 12(11), 478. <https://doi.org/10.3390/info12110478>
- Tariq, M. U., Poulin, M., & Abonamah, A. A. (2021). Achieving Operational Excellence Through Artificial Intelligence: Driving Forces and Barriers. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.686624>
- Villalba-Diez, J., Schmidt, D., Gevers, R., Ordieres-Meré, J., Buchwitz, M., & Wellbrock, W. (2019). Deep Learning for Industrial Computer Vision Quality Control in the Printing Industry 4.0. *Sensors*, 19(18), 3987. <https://doi.org/10.3390/s19183987>
- Wang, J.-H., & Chen, Y.-H. (2021). Network-adjusted Kendall's Tau measure for feature screening with application to high-dimensional survival genomic data. *Bioinformatics*, 37(15), 2150–2156. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btab064>
- Wight, O. (1984). *Manufacturing Resource Planning: MRP II: Unlocking America's Productivity Potential*. Boston, MA: CBI Publishing.

References

- Alekseeva, I. Yu. (1991). Artificial intelligence and reflection over knowledge. *Philosophy of Science and Technology*, 9, 44–53. (In Russ.).
- Antonova, I. I., & Antonov, S. A. (2022). Circular economy as an innovative model of sustainable development of a region. *Standards and Quality*, 5, 68–73. (In Russ.).
- Antonova, I. I., Repina, Yu. A., & Zotov, M. V. (2020). Increasing the Efficiency of the Agricultural Companies. *Competency*, 7, 42–47. (In Russ.).
- Asanova, F. B. (2018). Using information and communication technologies for the development of creative abilities of schoolchildren in Technology lessons. *Education, innovations, research as a resource for community development: proceedings of the 2nd International scientific and methodological conference* (pp. 284–288). Cheboksary: Sreda. (In Russ.).
- Azimbaev, D. Zh., Kuan, I. A., & Gulida, I. V. (2019). Artificial intelligence and machine learning. *Vestnik sovremennykh issledovaniy*, 1.3(28), 6–7. (In Russ.).
- Bonsón, E., Bednárová, M., & Cortijo, V. (2021). Artificial intelligence activities and ethical approaches in leading listed companies in the European Union. *International Journal of Accounting Information Systems*, 43, 100535. <https://doi.org/10.1016/j.accinf.2021.100535>
- Bychkov, S. A. (2012). Essence and impact of ERP systems on the performance of an enterprise. *Actualnye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk*, 9, 1–5. (In Russ.).
- Chajkovskaya, L. A., & Ezza, Kh. Abu. (2018). Integration of resource planning systems of an enterprise with big data. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*, 2(12), 43–49. (In Russ.).
- Dashkov, A. A., & Nesterova, Yu. O. (2020). Research on the impact of artificial intelligence on the business model of an organization. *E-Management*, 3(4), 26–36. (In Russ.) <https://doi.org/10.26425/2658-3445-2020-3-4-26-36>
- Dmitrieva, T. A., German, E. A., & Kozeleczkaya, M. G. (2019). Artificial intelligence in modern business. In *Fundamental and applied research in management, economics and trade: Proceedings of the scientific-practical and educational conference, St. Petersburg, June 4–6, 2019* (Part 1, pp. 367–371). Saint Petersburg: Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (SPbPU). (In Russ.).
- Doguchaeva, S. M. (2019). Innovative development of artificial intelligence and machine learning in the modern economy. *RISK: Resources, Information, Supply, Competition*, 1, 136–138. (In Russ.).
- Dou, Z., Wang, X., Shi, Sh., & Tu, Zh. (2020). Exploiting deep representations for natural language processing. *Neurocomputing*, 38(621), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2019.12.060>
- Dulnev, V. V. (2020). Using machine-learning technology in ERP systems. In *Proceedings of the All-Russian conference of young researchers with international participation “Social and humanitarian issues of education and professional self-implementation” (Social Engineer-2020), Moscow, December 7–10, 2020* (Part 4, pp. 142–146). Moscow: Rossijskij gosudarstvennyj universitet imeni A. N. Kosygina (Tekhnologii. Dizajn. Iskusstvo). (In Russ.).
- Durnev, R. A., Kryukov, K. Yu., & Titov, A. E. (2019). Artificial intelligence: comprehensive analysis of the state and prospects of elaboration. *Innovatics and Expert Examination*, 1(26), 190–202. (In Russ.).
- Elragal, A., & Haddara, M. (2012). The Future of ERP Systems: Look Backward Before Moving Forward. *Procedia Technology*, 5(5), 21–30. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2012.09.003>
- Esteves, J., & Pastor, J. (1999). An ERP Lifecycle-based Research Agenda. *1^o International Workshop on Enterprise Management Resource and Planning Systems EMRPS, Venice, Italy* (pp. 359–371).
- Gorodnova, N. V. (2021). Application of artificial intelligence in the business sphere: current state and prospects. *Russian Journal of Innovation Economics*, 11(4), 1473–1492. (In Russ.). <https://doi.org/10.18334/vinec.11.4.112249>
- Goryachkin, B. S., & Kitov, M. A. (2020). Computer vision. *E-Scio*, 9(48). (In Russ.). <https://cyberleninka.ru/article/n/kompyuternoe-zrenie-1>
- Gritsunova, S. V., Greyish, Yu. A., Vysotskaya, T. A. (2019). Digitalization and its impact on business processes of business structures. *Vestnik Altajskoj akademii ekonomiki i prava*, 10-1, 34–38. (In Russ.). <https://doi.org/10.17513/vaael.742>
- Haddara, M., & Elragal, A. (2013). ERP Lifecycle: A Retirement Case Study. *Information Resources Management Journal*, 26(1), 1–11.
- Isaeva, M. Z., Alisultanova, A. V., Dasaev, M. A., & Czuev, M. M. (2023). Methods and technologies of natural language processing. In M. S. Sajdumov, I. I. Nachkhoev (Eds.), *MILLIONSHCHIKOV-2023: Proceedings of the 6th All-Russian scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists with international participation, Grozny, May 30-31 2023* (pp. 90–95). Grozny: Grozny State Oil Technical University. (In Russ.).
- Ivanov, A. B. (2019). Applying artificial intelligence in manufacturing companies: analysis and prospects. *Inzhenernye sistemy i sredstva avtomatizacii*, 28(3), 45–52. (In Russ.).
- Ivanova, A. V. (2018). VR & AR technologies: opportunities and application obstacles. *Strategic Decisions and Risk Management*, 3, 88–107. <https://doi.org/10.17747/2078-8886-2018-3-88-107>
- Jawad, Z. N., & Balázs, V. (2024). Machine learning-driven optimization of enterprise resource planning (ERP) systems: a comprehensive review. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 13, 4. <https://doi.org/10.1186/s43088-023-00460-y>

- Jurgel, V. Yu. (2019). Complexities of natural language modeling. *Вестник науки и образования*, 23-1(77), 12–14. (In Russ.).
- Kolesova, E. V., & Perova, M. V. (2024). *Development of ERP systems under the artificial intelligence implementation: works of the 16th International students' scientific conference "Students' Scientific Forum"*. (In Russ.).
- Korolkova, E. M. (2018). Problems of the selection and implementation of ERP-systems at Russian enterprises. *Dnevnik nauki*, 10(22), 46. (In Russ.).
- Kotelnikov, L. L. (2023). Influence of artificial intelligence on the social-economic sphere. In *Fundamental and applied aspects of computer technologies and information security: collection of works of the All-Russian scientific and technical conference* (pp. 485–487). Taganrog: Southern Federal University. (In Russ.).
- Li, Yu., Chzhan, T., Yang, Yu., & Gao, Yu. (2020). Decision-making support using artificial intelligence in clinical diagnosis in pediatrics: development and future prospects. *Zhurnal mezhdunarodnykh mediczinskikh issledovanij*, 48(9). (In Russ.).
- McCarthy, L. M., & Mathieson, K. (2000). *Enterprise Resource Planning: Global Opportunities and Challenges*. Hershey, PA: Idea Group Publishing.
- Melnichuk, Yu. N. (2023). Digitalization of business processes. *Molodoj uchenyj*, 23(470), 263–266.
- Melnikov, A. V., Bachurin, A. I., Raspopov, A. A., & Tsvetkova, V. A. (2021). Actual aspects of the development and implementation of artificial intelligence systems in organizations. *Social Novelties and Social Sciences*, 2(4), 38–46. (In Russ.). <https://doi.org/10.31249/snsn/2021.02.03>
- Mochalova, Ya. V., & Goleva, E. A. (2023). Artificial intelligence: use in economy. *Young Scientist*, 21(468), 170–172. (In Russ.).
- Nazilin, V. S., & Silakova, L. V. (2022). Research on Technologies and Solutions Addressing the Issue of Improving the Efficiency of the Business Processes in Commercial Organizations. *Social and economic systems. Economics*, 4, 218–240.
- Nazilin, V. S., & Sylakova, L. V. (2022). Application of ERP systems to improve the efficiency of business processes of commercial organizations. *Innovacionnaya ekonomika: perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya*, 3(61), 46–52. (In Russ.).
- Neshumov, E. V. (2023). Artificial intelligence tools for increasing the efficiency of ERP systems. *Nauchnye zapiski akademii*, 2(46), 45–49. (In Russ.).
- Orlicky, J. (1975). *Material Requirements Planning*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Pechurina, E., & Mazalova, A. (2018). Artificial intelligence in industry. *Colloquium-Journal*, 12-6(23), 33–34. (In Russ.).
- Petrov, V. G. (2020). Artificial intelligence in industry: actual experience and prospects. *Promyshlennaya avtomatika*, 2, 18–24. (In Russ.).
- Ptak, C. A., & Schragenheim, E. (1999). *ERP: Tools, Techniques, and Applications for Integrating the Supply Chain*. Boca Raton, FL: St. Lucie Press.
- Qasim, S., Memon, M. A., Nizamani, M., Kumar, P., & Qasim, M. (2021). An Analysis of Enterprise Resource Planning System Usage to Improve Business Process Performance. *Quaid-e-Awam University Research Journal of Engineering Science & Technology*, 19(1), 65–69. <https://doi.org/10.52584/qrij.1901.09>
- Savelev, A. A., & Matrosov, V. D. (2023). Using artificial intelligence for automation of industrial processes. In V. G. Khomchenko, & E. I. Pastukhova (Eds.). *Automation, mechatronics, information technologies: proceedings of the 13th International scientific and technical internet-conference of young scientists, Omsk, May 16–17, 2023* (pp. 4–6). Omsk: Omsk State Technical University. (In Russ.).
- Šereš, L., & Tumbas, P. (2014). ERP & Globalization: Challenges and Responses. *Strategic Management*, 19(4), 50–57.
- Shitova, T. F. (2021). ERP system – an effective tool of the digital economy development. *Municipality: Economics and Management*, 2(35), 1–5. (In Russ.). <https://doi.org/10.22394/2304-3385-2021-2-27-39>
- Sokolova, Ya. A., & Verbiczkaya, V. V. (2021). Using artificial intelligence systems in enterprise management. In *Works of the 13th International students' scientific conference "Students' Scientific Forum"*. (In Russ.). <https://scienceforum.ru/2021/article/2018025315>
- Sundaram, S., & Zeid, A. (2023). Artificial Intelligence-Based Smart Quality Inspection for Manufacturing. *Micromachines*, 14(3), 570. <https://doi.org/10.3390/mi14030570>
- Svensson, A., & Thoss, A. (2021). Risk Factors When Implementing ERP Systems in Small Companies. *Information*, 12(11), 478. <https://doi.org/10.3390/info12110478>
- Tariq, M. U., Poulin, M., & Abonamah, A. A. (2021). Achieving Operational Excellence Through Artificial Intelligence: Driving Forces and Barriers. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.686624>
- Trojnov, N. R., Korolev, D. V., & Nechaeva, I. I. (2023). Influence of artificial intelligence on the modern labor market. In *Economics in the sociocultural space of modernity: problems, solutions, forecasts: works of the 10th International scientific and practical conference, Vladimir, November 23, 2023* (pp. 318–322). Vladimir: ARKAIM. (In Russ.).
- Villalba-Diez, J., Schmidt, D., Gevers, R., Ordieres-Meré, J., Buchwitz, M., & Wellbrock, W. (2019). Deep Learning for Industrial Computer Vision Quality Control in the Printing Industry 4.0. *Sensors*, 19(18), 3987. <https://doi.org/10.3390/s19183987>
- Wang, J.-H., & Chen, Y.-H. (2021). Network-adjusted Kendall's Tau measure for feature screening with application to high-dimensional survival genomic data. *Bioinformatics*, 37(15), 2150–2156. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btab064>
- Wight, O. (1984). *Manufacturing Resource Planning: MRP II: Unlocking America's Productivity Potential*. Boston, MA: CBI Publishing.

Вклад авторов

И. И. Антонова: формулировка исследовательской задачи, разработка концепции и дизайна исследования. Ведущий автор текста статьи. Редактирование статьи, проверка соответствия требованиям и стандартам оформления.

В. А. Смирнов: статистический анализ данных и разработка аналитических инструментов. Участвовал в интерпретации данных и написании разделов, связанных с анализом и обсуждением результатов исследования. Проводил окончательное редактирование текста статьи и принимал участие в интерпретации результатов.

М. Г. Ефимов: подготовка графиков и таблиц, участие в обсуждении и согласовании финальной версии статьи. Проведение экспериментальной части исследования, сбор и первичная обработка данных. Внес значительный вклад в написание раздела методологии и обсуждения полученных результатов. Участвовал в подготовке иллюстративного материала. Также занимался подготовкой списка литературы.

The author's contributions

I. I. Antonova formulated the research problem, developed the research concept and design. Being the lead author of the article, edited the text and checked it for compliance with the requirements and design standards.

V. A. Smirnov performed statistical analysis of data and development of analytical tools, participated in data interpretation and writing the sections related to the analysis and discussion of the study results; conducted final editing of the text and participated in the results interpretation.

M. G. Efimov prepared charts and tables, participated in the discussion and agreement of the article final version; conducted the experimental part, data collection and primary data processing; made a significant contribution to the writing of the methodology section and discussion of the results obtained; participated in the preparation of illustrative material and the reference list.

Конфликт интересов / Conflict of Interest

Один из авторов (И. И. Антонова) является членом редколлегии журнала *Russian Journal of Economics and Law*. Статья прошла рецензирование на общих основаниях / One of the authors (I. I. Antonova) is a member of the Editorial Board of the *Russian Journal of Economics and Law*. The article has been reviewed on the usual terms.

История статьи / Article history

Дата поступления / Received 04.01.2024

Дата одобрения после рецензирования / Date of approval after reviewing 12.05.2024

Дата принятия в печать / Accepted 12.05.2024