

## Цифровизация с использованием AI, как ключевой фактор повышения эффективности производства и качества пива

|                         |              |                                                                    |                                                                                                         |
|-------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Даниил Р. Кулигин       | <sup>1</sup> | <a href="mailto:kuligin470@gmail.com">kuligin470@gmail.com</a>     |  0009-0007-3133-4467 |
| Екатерина А. Саввина    | <sup>1</sup> | <a href="mailto:katenok2207@yandex.ru">katenok2207@yandex.ru</a>   |  0000-0002-0728-8313 |
| Владислав М. Васечкин   | <sup>1</sup> | <a href="mailto:vasechkinvm@gmail.com">vasechkinvm@gmail.com</a>   |  0009-0003-0700-7344 |
| Леонид С. Чесников      | <sup>1</sup> | <a href="mailto:leonid.chesnikov@ya.ru">leonid.chesnikov@ya.ru</a> |  0009-0002-6124-5426 |
| Екатерина Ю. Желтоухова | <sup>1</sup> | <a href="mailto:katsturova@gmail.com">katsturova@gmail.com</a>     |  0000-0002-7463-9013 |

<sup>1</sup> Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

**Аннотация.** Пивоваренная промышленность является значимой отраслью экономики и культуры, а ее традиционные методы производства сталкиваются с вызовами, такими как меняющиеся потребительские предпочтения, необходимость сокращения затрат и соблюдение экологических стандартов. Внедрение искусственного интеллекта (ИИ) становится ключевым инструментом в решении этих задач, повышая эффективность, качество и инновационность. Исследование основано на анализе данных о производстве пива с применением ИИ, изучении зарубежного опыта, а также построении графиков, иллюстрирующих экономические и технологические аспекты внедрения ИИ. Использование ИИ позволяет в режиме реального времени контролировать критически важные параметры, такие как температура, влажность, уровень сахара и pH, что способствует предотвращению дефектов и стабилизации качества готовой продукции. Предиктивные модели на основе машинного обучения обеспечивают точное прогнозирование завершения процессов и помогают минимизировать производственные потери, особенно при фильтрации. Результаты применения ИИ в пивоварении: оптимизация рецептур на основе данных о предпочтениях потребителей, контроль качества на этапах производства с помощью сенсоров и алгоритмов машинного обучения, автоматизация процессов: управление брожением, анализ сырья и др. Экономическая эффективность использования ИИ заключается в снижении производственных затрат за счет автоматизации, оптимизации использования ресурсов и минимизации брака, привлечении новых потребителей через адаптированные под спрос рецептуры. Авторы опираются на зарубежный опыт таких компаний, как Heineken, Carlsberg и AB InBev, успешно использующих ИИ в анализе спроса, управлении логистикой и разработке новых продуктов. Результаты исследования подтверждают, что внедрение ИИ способствует трансформации пивоваренной отрасли, обеспечивая устойчивое развитие и конкурентоспособность на глобальном рынке. Статья подчеркивает значимость комплексной цифровизации производства и необходимость интеграции ИИ в стратегическое планирование пивоваренных предприятий.

**Ключевые слова:** брожение, искусственный интеллект, цифровизация, бродильная отрасль, пиво, повышение качества.

## AI-enabled digitalization as a key factor in improving production efficiency and beer quality

|                            |              |                                                                    |                                                                                                           |
|----------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Daniil R. Kuligin          | <sup>1</sup> | <a href="mailto:kuligin470@gmail.com">kuligin470@gmail.com</a>     |  0009-0007-3133-4467 |
| Ekaterina A. Savvina       | <sup>1</sup> | <a href="mailto:katenok2207@yandex.ru">katenok2207@yandex.ru</a>   |  0000-0002-0728-8313 |
| Vladislav M. Vasechkin     | <sup>1</sup> | <a href="mailto:vasechkinvm@gmail.com">vasechkinvm@gmail.com</a>   |  0009-0003-0700-7344 |
| Leonid S. Chesnikov        | <sup>1</sup> | <a href="mailto:leonid.chesnikov@ya.ru">leonid.chesnikov@ya.ru</a> |  0009-0002-6124-5426 |
| Ekaterina Yu. Zheltoukhova | <sup>1</sup> | <a href="mailto:katsturova@gmail.com">katsturova@gmail.com</a>     |  0000-0002-7463-9013 |

<sup>1</sup> Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

**Abstract.** The brewing industry is a significant economic and cultural sector, and its traditional production methods are facing challenges such as changing consumer preferences, the need to reduce costs and comply with environmental standards. The implementation of Artificial Intelligence (AI) is becoming a key tool in addressing these challenges, improving efficiency, quality and innovation. The research is based on analyzing data on beer production with AI application, studying domestic and foreign experience, and constructing graphs illustrating economic and technological aspects of AI implementation. The use of AI allows real-time monitoring of critical parameters such as temperature, humidity, sugar levels and pH, which helps to prevent defects and stabilize the quality of finished products. Predictive models based on machine learning provide accurate predictions of process completion and help minimize production losses, especially during filtering. The results of the use of AI in brewing: optimization of formulations based on data on consumer preferences, quality control at the production stages using sensors and machine learning algorithms, automation of processes: fermentation management, raw material analysis, etc. The economic efficiency of using AI is to reduce production costs through automation, optimize resource use and minimize waste, and attract new consumers through formulations adapted to demand. The authors draw on the international experience of companies such as Heineken, Carlsberg and AB InBev, which successfully use AI in demand analysis, logistics management and new product development. The results of the study confirm that the introduction of AI contributes to the transformation of the brewing industry, ensuring sustainable development and competitiveness in the global market. The article highlights the importance of integrated digitalization of production and the need to integrate AI into the strategic planning of breweries.

**Keywords:** fermentation, artificial intelligence, digitalization, fermentation industry, beer, quality improvement..

Для цитирования  
Кулигин Д.Р., Саввина Е.А., Васечкин В.М., Чесников Л.С., Желтоухова Е.Ю. Цифровизация с использованием AI, как ключевой фактор повышения эффективности производства и качества пива // Вестник ВГУИТ. 2025. Т. 87. № 1. С. 123–129. doi:10.20914/2310-1202-2025-1-123-129

For citation  
Kuligin D.R., Savvina E.A., Vasechkin V.M., Chesnikov L.S., Zheltoukhova E.Yu. AI-enabled digitalization as a key factor in improving production efficiency and beer quality. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2025. vol. 87. no. 1. pp. 123–129. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2025-1-123-129

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

## Введение

Пивоваренная отрасль играет важную роль в экономике и культуре, являясь одной из старейших форм производства напитков. Она обеспечивает рабочие места, способствует развитию смежных отраслей и вносит значительный вклад в формирование налоговых поступлений. Современные пивоваренные предприятия сталкиваются с вызовами, связанными с изменением предпочтений потребителей, необходимостью снижения издержек и соблюдением экологических стандартов. [1-5].

Искусственный интеллект (ИИ) становится важным инструментом в решении этих задач. Его применение трансформирует традиционные производственные процессы, позволяя автоматизировать операции, улучшать качество продукции и предлагать инновационные подходы к созданию новых сортов пива. Внедрение ИИ способствует не только повышению эффективности, но и адаптации предприятий к требованиям современного рынка. [6-7].

**Цель исследования** – изучение применения искусственного интеллекта в технологии производства пива. Основное внимание уделено оценке экономической и технологической эффективности внедрения ИИ на различных этапах производства, включая анализ сырья, контроль процессов и управление логистикой. Исследование направлено на выявление преимуществ использования ИИ и перспектив его дальнейшего развития в пивоваренной отрасли.

## Материалы и методы

Для достижения поставленных целей использовались аналитические и эмпирические методы. В основе исследования лежит анализ данных о производстве пива с применением технологий ИИ, изучение зарубежного опыта, а также построение графиков, иллюстрирующих экономические и технологические аспекты внедрения ИИ. Исследование базируется на информации, полученной из отраслевых отчетов, научных публикаций и практических кейсов.

Настоящая работа предлагает комплексное видение роли ИИ в пивоварении, раскрывая его преимущества для оптимизации процессов, улучшения качества продукции и укрепления позиций на рынке.

## Результаты

Производство пива представляет собой сложный и многоэтапный процесс, в котором каждый этап играет критически важную роль. В основе успешного пивоварения лежит постоянный контроль качества, оптимизация технологических процессов и умение удовлетворять запросы потребителей. Традиционные методы производства часто сталкиваются с рядом проблем, таких как высокий уровень издержек,

нестабильность качества и необходимость соблюдения экологических стандартов. [8-10].

В этих условиях внедрение инновационных технологий, таких как искусственный интеллект (ИИ), становится неотъемлемой частью стратегий развития. ИИ позволяет автоматизировать рутинные задачи, улучшать прогнозирование и управление производственными процессами, а также создавать продукты, которые максимально соответствуют запросам рынка [1].

Задачи, которые ставим перед ИИ в бродильной отрасли:

1. Оптимизация рецептур на основе данных о предпочтениях потребителей.

ИИ анализирует большие объемы данных, включая отзывы покупателей, тренды в потреблении и сенсорные характеристики пива. На основе этих данных алгоритмы машинного обучения могут предложить изменения в рецептуре, которые сделают напиток более популярным на рынке. Это особенно актуально в условиях растущей конкуренции и диверсификации вкусовых предпочтений [11].

2. Контроль качества на этапах производства.

Современные ИИ-системы интегрируются с сенсорами, установленными на всех ключевых этапах производства. Например, они измеряют параметры температуры, уровня pH и содержания сахаров в режиме реального времени. Это позволяет своевременно корректировать технологический процесс и предотвращать возникновение дефектов.

3. Автоматизация процессов: управление брожением и анализ сырья [2, 12].

Ферментация – один из самых критически важных этапов пивоварения. ИИ может регулировать условия для дрожжей, обеспечивая их оптимальную активность. Кроме того, системы на основе ИИ помогают анализировать сырьё, выявляя отклонения от стандартов и возможные примеси. Это позволяет улучшать качество на входе и минимизировать риски на последующих этапах.

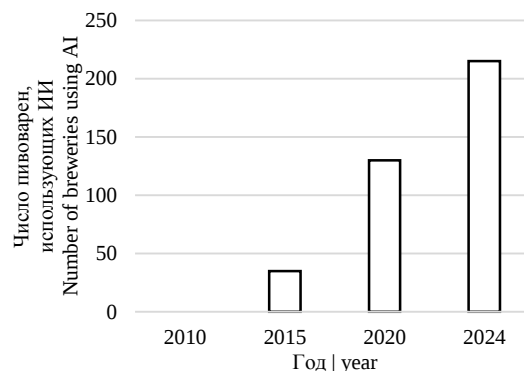


Рисунок 1. Динамика внедрения ИИ в пивоваренные отрасли по годам

Figure 1. Dynamics of AI adoption in brewing industries by year

Представленный выше рисунок 1, иллюстрирует рост числа пивоваренных компаний, внедряющих технологии ИИ, с 2010 по 2022 годы. Данные основаны на общемировых трендах, показывающих, как быстро индустрия адаптируется к новым технологиям. Видно, что с 2015 года наблюдается экспоненциальный рост, связанный с удешевлением технологий ИИ и их более широкой доступностью.

Расширение внедрения ИИ в пивоварении демонстрирует, как современные технологии меняют традиционные подходы, делая их более эффективными, устойчивыми и ориентированными на удовлетворение запросов потребителей.

AI используют для анализа качество сырья, включая солод, хмель и воду, является фундаментом для получения стабильного вкуса и высокого качества пива. Традиционные методы анализа часто связаны с высокой трудоёмкостью и субъективностью, что может приводить к погрешностям. ИИ позволяет автоматизировать процесс анализа, используя алгоритмы машинного обучения для оценки ключевых параметров, таких как влажность, содержание белка и горечь [4, 13-15].

Датчики, интегрированные с ИИ-системами, обеспечивают непрерывный контроль сырья, автоматически обнаруживая отклонения от установленных стандартов. Это позволяет пивоваренным предприятиям оперативно реагировать на возможные проблемы и поддерживать стабильное качество продукции.

ИИ анализирует данные, включая отзывы потребителей, предпочтения по вкусу и текущие рыночные тренды. На основе этого создаются рецептуры, которые максимально соответствуют ожиданиям целевой аудитории. Например, алгоритмы анализируют тысячи возможных комбинаций ингредиентов, определяя те, которые лучше всего соответствуют запросам целевой аудитории. Такой подход помогает выпускать инновационные продукты, соответствующие современным тенденциям [16-19].

Применение ИИ для управления температурой и влажностью для ферментации является ключевым этапом пивоварения, требующим точного контроля условий для дрожжей. Даже малейшие отклонения температуры или влажности могут повлиять на вкус, аромат и качество пива. ИИ позволяет прогнозировать изменения и управлять этими параметрами в режиме реального времени. Это снижает вероятность дефектов и минимизирует затраты.

Использование ИИ для анализа данных о ферментации позволяет с высокой точностью прогнозировать время завершения этого процесса.

Модели машинного обучения анализируют параметры, такие как уровень сахара и температуру, обеспечивая оптимизацию производственного графика и улучшая использование оборудования [13].

Снижение потерь при фильтрации с помощью предиктивных моделей.

Фильтрация – это этап, на котором можно потерять значительную часть продукта из-за осадков и примесей. Предиктивные модели ИИ, основанные на анализе данных, позволяют оптимизировать процесс, минимизируя потери. Это не только повышает выход продукции, но и способствует снижению затрат.

В условиях растущих экологических требований пивоваренные предприятия всё чаще используют ИИ для выбора оптимальных материалов для упаковки. Алгоритмы анализируют такие параметры, как углеродный след, стоимость и доступность материалов, предлагая решения, которые минимизируют воздействие на окружающую среду.

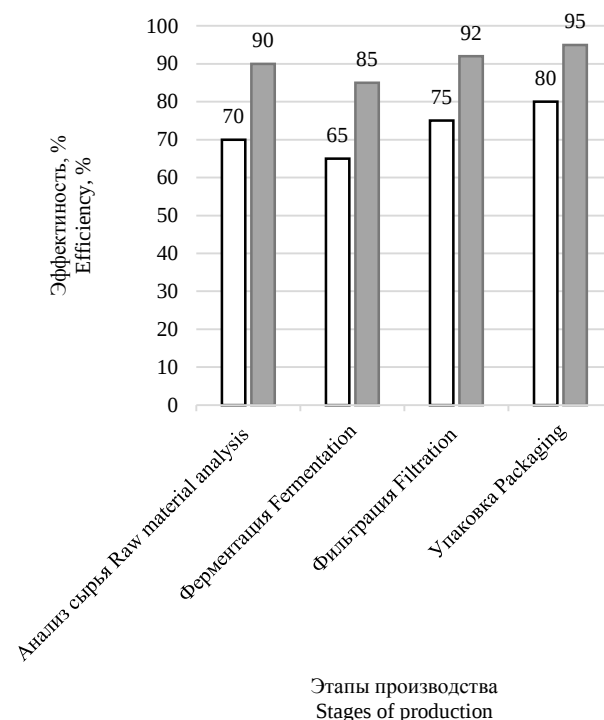


Рисунок 2. Соотношение эффективности традиционных методов и ИИ на разных этапах производства

Figure 2. Correlation of efficiency of traditional methods and AI at different stages of production

Рисунок 2 демонстрирует сравнительную эффективность традиционных методов и подходов с использованием ИИ на ключевых этапах пивоварения.

- Анализ сырья: системы ИИ позволяют быстрее и точнее анализировать состав и качество сырья, устраняя человеческий фактор.

- Ферментация: традиционные методы контролируют параметры вручную, тогда как ИИ обеспечивает прогнозирование и автоматизацию в реальном времени.

- Фильтрация: с помощью предиктивных моделей ИИ снижаются потери продукта, в отличие от фиксированных настроек оборудования.

- Упаковка: ИИ учитывает экологические и экономические факторы, оптимизируя выбор материалов и процессы упаковки.

Применение ИИ на каждом этапе пивоварения открывает значительные возможности для улучшения качества продукции, оптимизации процессов и соблюдения экологических стандартов. Интеграция современных технологий позволяет пивоваренной отрасли двигаться в ногу с современными требованиями и поддерживать конкурентоспособность.

Данные двух рисунков обобщают мировой опыт внедрения ИИ в пивоваренной отрасли и демонстрируют преимущества современных технологий. ИИ позволяет не только повышать эффективность производственных процессов, но и снижать затраты, что особенно актуально для компаний в условиях конкурентного рынка [9].

Внедрение ИИ в пивоваренную отрасль будет экономически выгодным.

Одним из главных экономических преимуществ использования искусственного интеллекта (ИИ) в пивоваренной отрасли является снижение производственных затрат. ИИ позволяет автоматизировать рутинные процессы, такие как управление температурой в ферментаторах или мониторинг состояния сырья, что уменьшает необходимость в постоянном присутствии человека на каждом этапе [5–7].

Алгоритмы машинного обучения оптимизируют использование сырья, энергии и других ресурсов, минимизируя отходы. Например, благодаря предиктивной аналитике, производители могут прогнозировать объёмы закупок сырья, избегая излишков и расходов на их хранение [10].

Анализ данных о производстве для минимизации брака. ИИ предоставляет возможности для анализа данных о производственном процессе в режиме реального времени. Системы контроля качества на основе ИИ способны выявлять аномалии на различных этапах производства, предотвращая брак и улучшая стабильность выпускаемой продукции.

Такой подход обеспечивает не только высокое качество пива, но и повышает доверие потребителей. Более того, минимизация брака позволяет снизить затраты на повторное производство и утилизацию [20].

Привлечение новых потребителей через адаптированные под спрос рецептуры. Использование ИИ для анализа больших данных о предпочтениях покупателей позволяет создавать новые рецептуры, соответствующие современным тенденциям. Например, алгоритмы машинного обучения могут предложить комбинации ингредиентов, которые лучше всего соответствуют вкусовым предпочтениям определённых демографических групп [8].

Этот подход способствует расширению аудитории, привлечению новых клиентов и увеличению повторных покупок. Персонализированные маркетинговые стратегии на основе ИИ ещё больше усиливают эффект, позволяя оптимизировать продвижение продукции [14–15].

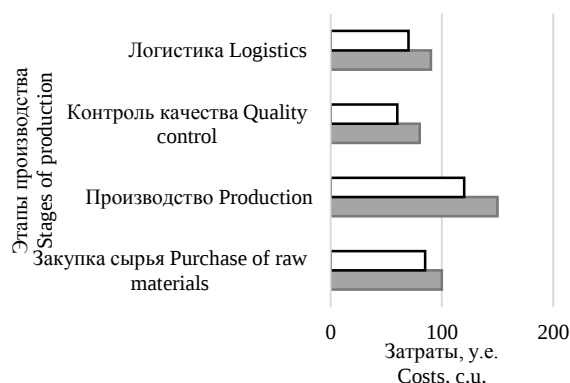


Рисунок 3. Экономия затрат при использовании ИИ по сравнению с традиционными методами

Figure 3. Cost savings using AI compared to traditional methods

Рисунок 3 иллюстрирует, как внедрение ИИ позволяет сократить затраты на разных этапах производства по сравнению с традиционными методами. Использование ИИ позволяет сократить затраты на каждом этапе, особенно в контроле качества и логистике. Экономия достигается за счёт оптимизации процессов, снижения потерь и повышения точности планирования.

Экономическая эффективность внедрения ИИ в пивоваренное производство подтверждается значительным снижением затрат, повышением качества продукции и увеличением прибыльности. График демонстрирует, что переход к технологиям ИИ является оправданной и перспективной стратегией для пивоваренных предприятий, стремящихся улучшить свои операционные показатели и укрепить позиции на рынке.

Зарубежный опыт:

- Heineken: Анализ потребительских предпочтений.

Компания Heineken активно применяет искусственный интеллект для изучения потребительского поведения и оптимизации маркетинговых стратегий. Системы машинного обучения

анализируют данные из социальных сетей, отзывы и поведение потребителей. Эти данные используются для разработки новых рецептов, проведения маркетинговых кампаний и выбора наилучших рынков для распространения продукции. Например, ИИ позволяет выявлять популярные вкусовые профили в различных регионах, адаптируя продукцию под локальные предпочтения [16].

Благодаря этим технологиям Heineken смогла существенно сократить время, необходимое для вывода новых сортов пива на рынок, и повысить удовлетворенность потребителей.

- Carlsberg: Проект Beer Fingerprinting.

Carlsberg внедрила инновационный проект «Beer Fingerprinting», направленный на улучшение качества и ускорение разработки новых сортов пива. В рамках проекта используются сенсоры, которые измеряют химические свойства пива, и алгоритмы ИИ для интерпретации полученных данных. Это позволяет создавать «профили» сортов пива, оптимизируя процесс разработки рецептов.

Данная технология позволила Carlsberg не только сократить время, необходимое для создания новых продуктов, но и повысить стабильность вкусовых характеристик. Результатом стало снижение затрат на исследования и укрепление позиций компании на международном рынке.

- Anheuser-Busch InBev: Прогнозирование спроса и управление цепочкой поставок.

Anheuser-Busch InBev (AB InBev), крупнейшая пивоваренная компания мира, использует ИИ для прогнозирования спроса, оптимизации цепочек поставок и управления запасами. Алгоритмы анализируют данные о продажах, погодные условия, сезонные колебания и даже спортивные события, чтобы прогнозировать объемы потребления пива в различных регионах [3, 17–18].

Прогнозирование спроса позволило компании минимизировать издержки, связанные с перепроизводством или нехваткой продукции, а также улучшить управление логистикой. Это, в свою очередь, привело к снижению углеродного следа за счет сокращения транспортных издержек и оптимизации использования ресурсов.

Примеры из зарубежной практики показывают, что внедрение ИИ в пивоваренную отрасль имеет множество преимуществ. Использование ИИ позволяет сократить издержки, повысить качество продукции и адаптироваться к требованиям рынка. Крупные международные компании, такие как Heineken, Carlsberg и AB InBev, демонстрируют высокую эффективность ИИ в оптимизации производственных процессов и маркетинговых стратегий.

### Заключение

Внедрение искусственного интеллекта в пивоваренную отрасль демонстрирует значительный потенциал для повышения её эффективности и конкурентоспособности. Технологии ИИ позволяют оптимизировать ключевые этапы производства, включая анализ сырья, контроль процесса ферментации, фильтрацию и упаковку. Это способствует снижению издержек, улучшению качества продукции и сокращению брака.

Примеры использования ИИ в международных компаниях, таких как Heineken, Carlsberg, AB InBev, подтверждают, что интеграция ИИ помогает предприятиям оперативно адаптироваться к изменяющимся рыночным условиям, удовлетворять запросы потребителей и развивать инновационные подходы к производству.

Перспективы дальнейшего внедрения ИИ в пивоварение связаны с широкими возможностями для автоматизации процессов, создания новых рецептов и управления логистическими цепочками. По мере удешевления технологий и увеличения их доступности ИИ станет неотъемлемой частью стратегий развития большинства пивоваренных предприятий.

Использование искусственного интеллекта в пивоварении открывает новые горизонты для развития отрасли, позволяя одновременно улучшать качество продукции, снижать издержки и удовлетворять запросы современных потребителей. Успешное внедрение ИИ возможно только при условии совместных усилий бизнеса, научного сообщества и государства, направленных на разработку стандартов, обучение кадров и создание благоприятных условий для инвестирования в инновационные технологии.

### Литература

- 1 Анисимов А.Ю., Алексахин А.Н., Алексахина С.А., Алёхин Е.И. Искусственный интеллект в современном обществе: текущее состояние и оценка перспектив развития // Естественно-гуманитарные исследования. 2024. №. 4 (54). С. 31-34.
- 2 Васильев А.И. Искусственный интеллект в управлении качеством пива // Пивоварение и безалкогольная промышленность. 2021. № 1. С. 22–28.
- 3 Дементьев К. И. Анализ мирового опыта применения искусственного интеллекта для оптимизации бизнес-процессов предприятий. Управленческое консультирование. 2023. №. 1 (169). С. 107-120.
- 4 Дрогин А.В. Искусственный интеллект в пивоварении. 2017. URL: <https://drogin.ru/iskusstvennyj-intellekt-v-pivovarenii/>

- 5 Ибрагимова Н.А., Ибрагимов З.З. Эффективное использование искусственного интеллекта в производстве // Научный вестник: финансы, банки, инвестиции. 2019. С. 639–642.
- 6 Мальцева И.Ф., Шульгина Ю.В. Использование систем искусственного интеллекта в управленческих и производственных процессах // Естественно-гуманитарные исследования. 2024. № 5. С. 220–228.
- 7 Михеев П.Н. Технологии искусственного интеллекта в пищевой промышленности // Инновации и инвестиции. 2023. №4. С. 536–539.
- 8 Монахов Р.Р., Батищев А.В. Применение искусственного интеллекта в собственном бизнесе в сфере информационных технологий // Естественно-гуманитарные исследования. 2024. №2. С. 514–520.
- 9 Комаров, Н. М., Пашенко Д.С. Применение технологий искусственного интеллекта в инновационной деятельности промышленных предприятий // Вестник евразийской науки. 2023. Т. 15. № 6.
- 10 Русов А.В. Современные тенденции и использование искусственного интеллекта и машинного обучения в бизнесе и научных исследованиях // Научный журнал. 2023. С.172–177.
- 11 Скрипников А.В., Фролова Л.Н., Саввина Е.А., Кулигин Д.Р. и др. Цифровизация с использованием AI, как фактор повышения качества и эффективности при производстве спирта // Сборник научных статей и докладов XI Международн. науч.-практ. конф. 2024. С. 594–600.
- 12 Смирнов С.И. Интеллектуальные системы в пивоварении: от анализа данных до управления производством // Технологии пищевой промышленности. 2021. № 3. С. 12–18.
- 13 Тимчук Е.Г. Применение искусственного интеллекта в пищевой промышленности // Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. Т. 61. № 3. С. 21–42.
- 14 Тимчук Е.Г. Важность искусственного интеллекта и робототехники в пищевой промышленности и производстве напитков // Научные труды Дальрыбвтуза. 2022. Т. 61. № 4. С. 24–44.
- 15 Хацкелевич А.Н., Рудаков С.А., Егоров Г.А. Применение технологий искусственного интеллекта как один из факторов конкурентоспособности бизнеса в четвёртой промышленной революции // Вестник ПНИПУ. Социально-экономические науки. 2024. № 1. С. 184–199.
- 16 Anderson T., White R. Machine Learning Applications in Brewing: A Case Study // Journal of Artificial Intelligence in Food Science. 2023. V. 7. P. 45–60.
- 17 Majid al-Rifaie M., Cavazza M. Beer Organoleptic Optimisation: Utilising Swarm Intelligence and Evolutionary Computation Methods // Foods. 2020.
- 18 Johnson R., Smith K. Artificial Intelligence in Brewing: A Comprehensive Review // Journal of Food Engineering. 2020. V. 45. P. 123–135.
- 19 Brown L., Taylor M. AI-Driven Quality Control in Beer Production // International Journal of Brewing Science. 2021. Vol. 12. P. 89–102.
- 20 Lee H., Park J. Application of Neural Networks for Flavor Profiling in Craft Beer // Food Research International. 2022. V. 56. P. 210–225.

## References

- 1 Anisimov A.Yu., Aleksakhin A.N., Aleksakhina S.A., Alyokhin E.I. Artificial intelligence in modern society: current state and assessment of development prospects // Natural sciences and humanities research. 2024. no. 4 (54). pp. 31-34. (in Russian).
- 2 Vasiliev A.I. Artificial intelligence in beer quality management // Brewing and non-alcoholic industry. 2021. no. 1. pp. 22-28. (in Russian).
- 3 Dementiev K. I. Analysis of the world experience of using artificial intelligence to optimize business processes of enterprises. Management consulting. 2023. no. 1 (169). pp. 107-120. (in Russian).
- 4 Drogin A.V. Artificial intelligence in brewing. 2017. Available at: <https://drogin.ru/iskusstvennyj-intellekt-v-pivovarenii/> (in Russian).
- 5 Ibragimova N.A., Ibragimov Z.Z. Effective use of artificial intelligence in production // Scientific Bulletin: Finance, Banks, Investments. 2019. pp. 639–642. (in Russian).
- 6 Maltseva I.F., Shulgina Yu.V. The use of artificial intelligence systems in management and production processes // Natural Sciences and Humanities Research. 2024. no. 5. pp. 220-228. (in Russian).
- 7 Mikheev P.N. Artificial intelligence technologies in the food industry // Innovation and Investment. 2023. no.4. pp. 536–539. (in Russian).
- 8 Monakhov R.R., Batishchev A.V. The use of artificial intelligence in their own business in the field of information technology // Natural sciences and humanities research. 2024. no. 2. pp. 514-520. (in Russian).
- 9 Komarov N.M., Pashchenko D.S. Application of artificial intelligence technologies in the innovative activities of industrial enterprises. The Eurasian Scientific Journal. 2023. vol. 15. no.6. (in Russian).
- 10 Rusov A.V. Modern trends and the use of artificial intelligence and machine learning in business and scientific research // Scientific Journal. 2023. pp. 172–177. (in Russian).
- 11 Skripnikov A.V., Frolova L.N., Savvina E.A., Kuligin D.R. et al. Digitalization using AI as a factor of improving quality and efficiency in alcohol production // Collection of scientific articles and reports of the XI International Scientific and Practical Conference 2024. pp. 594-600. (in Russian).
- 12 Smirnov S.I. Intelligent systems in brewing: from data analysis to production management // Technologies of the food industry. 2021. no. 3. pp. 12-18. (in Russian).

- 13 Timchuk E.G. Application of artificial intelligence in the food industry // Scientific Works of Dalrybvtuz. 2022. vol. 61. no.3. pp. 21–42. (in Russian).
- 14 Timchuk E.G. Importance of artificial intelligence and robotics in food and beverage industry // Scientific Proceedings of Dalrybvtuz. 2022. vol. 61. no. 4. pp. 24–44. (in Russian).
- 15 Khatskelevich A.N., Rudakov S.A., Egorov G.A. The use of artificial intelligence technologies as one of the factors of business competitiveness in the fourth industrial Revolution // Bulletin of PNRPU. Socio-economic sciences. 2024. no. 1. pp. 184–199. (in Russian).
- 16 Anderson T., White R. Machine Learning Applications in Brewing: A Case Study // Journal of Artificial Intelligence in Food Science. 2023. vol. 7. pp. 45–60.
- 17 Majid al-Rifaie M., Cavazza M. Beer Organoleptic Optimisation: Utilising Swarm Intelligence and Evolutionary Computation Methods // Foods. 2020.
- 18 Johnson R., Smith K. Artificial Intelligence in Brewing: A Comprehensive Review // Journal of Food Engineering. 2020. vol. 45. pp. 123–135.
- 19 Brown L., Taylor M. AI-Driven Quality Control in Beer Production // International Journal of Brewing Science. 2021. vol. 12. pp. 89–102.
- 20 Lee H., Park J. Application of Neural Networks for Flavor Profiling in Craft Beer // Food Research International. – 2022. vol. 56. pp. 210–225.

#### Сведения об авторах

**Даниил Р. Кулигин** студент, кафедра технологии броидильных и сахаристых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, kuligin470@gmail.com  
 <https://orcid.org/0009-0007-3133-4467>

**Екатерина А. Саввина** к.т.н., доцент, кафедра корпоративных информационных систем и программирования, Воронежский государственный университет инженерных технологий, Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, katenok2207@yandex.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-0728-8313>

**Владислав М. Васечкин** студент, кафедра корпоративных информационных систем и программирования, Воронежский государственный университет инженерных технологий, Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, vasechkinvm@gmail.com  
 <https://orcid.org/0009-0003-0700-7344>

**Леонид С. Чесников** студент, кафедра информационных технологий, моделирования и управления, Воронежский государственный университет инженерных технологий, Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, leonid.chesnikov@ya.ru  
 <https://orcid.org/0009-0002-6124-5426>

**Екатерина Ю. Желтоухова** к.т.н., доцент, кафедра машин и аппаратов пищевых производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий, Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, katsturova@gmail.com  
 <https://orcid.org/0000-0002-7463-9013>

#### Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Information about authors

**Daniil R. Kuligin** student, fermentation and sugar production technology department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, kuligin470@gmail.com  
 <https://orcid.org/0009-0007-3133-4467>

**Ekaterina A. Savvina** Cand. Sci. (Engin), associate professor, corporate information systems and programming department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, katenok2207@yandex.ru  
 <https://orcid.org/0000-0002-0728-8313>

**Vladislav M. Vasechkin** student, corporate information systems and programming department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, vasechkinvm@gmail.com  
 <https://orcid.org/0009-0003-0700-7344>

**Leonid S. Chesnikov** student, information technology, modeling and management department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, leonid.chesnikov@ya.ru  
 <https://orcid.org/0009-0002-6124-5426>

**Ekaterina Yu. Zheltoukhova** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, food processing machines and apparatuses department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, katsturova@gmail.com  
 <https://orcid.org/0000-0002-7463-9013>

#### Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

|                      |                                |                             |
|----------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Поступила 11/02/2025 | После редакции 28/02/2025      | Принята в печать 14/03/2024 |
| Received 11/02/2025  | Accepted in revised 28/02/2025 | Accepted 14/03/2024         |