





Обзор альтернативных технологических решений для обеспечения устойчивости отечественного сахарного производства

Эльза А. Шарыкина ¹	elzagrishkova@gmail.com	 0000-0003-1082-7821
Михаил В. Журавлёв ²	zyrav2014@ya.ru	 0000-0002-1331-0716
Надежда Г. Кульнева ³	ngkulneva@yandex.ru	 0000-0003-3802-9071
Данил С. Семенченко ³		 0009-0006-4200-9195

¹ Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), г. Москва, Россия





² Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия

³ Воронежский государственный университет инженерных технологий, г. Воронеж, Россия

Аннотация. В статье представлен обзор современных практик устойчивого развития в сахарной отрасли, охватывающий экологические, социальные и экономические аспекты производственной деятельности. Проанализированы международные инициативы и стандарты устойчивого производства сахара, а также примеры внедрения ресурсосберегающих технологий, биоэнергетики на основе жома и систем управления цепочками поставок, показано, что переход к устойчивому производству способствует не только снижению негативного воздействия на окружающую среду, но и повышению конкурентоспособности предприятий на глобальном рынке. Статья подчеркивает необходимость комплексного подхода и межсекторального сотрудничества для достижения целей устойчивого развития в сахарной отрасли. Устойчивое развитие в сахарном производстве – это способность отрасли к конкурентному развитию в условиях вызовов и угроз, обеспечивая социальную справедливость, экономическую эффективность и экологическую безопасность. Устойчивость предполагает сбалансированность факторов производства, ресурсов и потребностей населения в сахаре и сахаросодержащих продуктах. Особое внимание в работе уделено нормативно-правовой базе устойчивого развития в Российской Федерации, включая Указ Президента РФ № 309 (2024 г.) о национальных целях развития на период до 2030 года и национальный проект «Экологическое благополучие», ориентированный на формирование экономики замкнутого цикла. Объектом исследования выступило отечественное свеклосахарное производство в системе устойчивого развития, предметом – современные и альтернативные технические приёмы комплексной переработки сырья и производственных полупродуктов. Рассмотрены конкретные технологические решения, реализуемые на российских предприятиях: мембранные методы очистки (микро-, ультра-, нанофильтрация и обратный осмос), хроматографическая сепарация мелассы с извлечением бетаина чистотой 99,9 %, пиролизная переработка крупнотоннажных твёрдых органических отходов, электрохимическая активация экстрагента, а также озонирование утфеля I ступени кристаллизации, обеспечивающее снижение вязкости на 15,7 % и повышение скорости фильтрации на 22,4 %. Отдельно проанализирован потенциал цифровизации – внедрения цифровых двойников и предиктивного обслуживания – для повышения эффективности и надёжности производства. Проведена оценка представленности предприятий сахарной отрасли в российских ESG-рейтингах и рэнкингах; установлено, что сахарный сегмент отражён в них ограниченно, преимущественно через головные структуры многопрофильных агрохолдингов («Русагро», «Степь», «Продимекс»). Сделан вывод, что устойчивость отрасли достигается не как разовый результат, а как непрерывный процесс адаптации к внутренним и внешним вызовам при сохранении баланса между производственными мощностями, ресурсами и потребностями населения.

Ключевые слова: сахар, сахарное производство, устойчивое развитие, ресурсосбережение, комплексная переработка сырья и полупродуктов, ESG-рейтинг, зелёная экономика, экологический менеджмент.

A review of alternative technological solutions to ensure sustainability of domestic sugar production

Elsa A. Sharykina ¹	elzagrishkova@gmail.com	 0000-0003-1082-7821
Mikhail V. Zhuravlev ²	zyrav2014@ya.ru	 0000-0002-1331-0716
Nadezhda G. Kulneva ³	ngkulneva@yandex.ru	 0000-0003-3802-9071
Danil S. Semenchenko ³		 0009-0006-4200-9195

¹ Russian Biotechnology University (ROSBIOTECH), Moscow, Russia

² Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

³ Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia

Для цитирования

Шарыкина Э.А., Журавлёв М.В., Кульнева Н.Г., Семенченко Д.С. Обзор альтернативных технологических решений для обеспечения устойчивости отечественного сахарного производства // Вестник ВГУИТ. 2026. Т. 88. № 2. С. 121–131. doi:10.20914/2310-1202-2026-2-121-131

For citation

Sharykina E.A., Zhuravlev M.V., Kulneva N.G., Semenchenko D.S. A review of alternative technological solutions to ensure sustainability of domestic sugar production. Vestnik VGUET [Proceedings of VSUET]. 2026. vol. 88. no. 2. pp. 121–131. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2026-2-121-131

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

Abstract. This article presents an overview of current sustainable development practices in the sugar industry, covering the environmental, social, and economic aspects of production. It analyzes international initiatives and standards for sustainable sugar production, as well as examples of resource-saving technologies, pulp-based bioenergy, and supply chain management systems. It demonstrates that the transition to sustainable production not only reduces negative environmental impacts but also enhances the competitiveness of enterprises in the global market. The article emphasizes the need for an integrated approach and cross-sector collaboration to achieve sustainable development goals in the sugar industry. Sustainable development in sugar production is the industry's ability to compete in the face of challenges and threats, ensuring social justice, economic efficiency, and environmental safety. Sustainability presupposes a balance between production factors, resources, and the population's needs for sugar and sugar-containing products. The study focuses on the regulatory framework for sustainable development in the Russian Federation, including Presidential Decree No. 309 (2024) on national development goals through 2030 and the national project "Environmental Well-being," which aims to create a circular economy. The study focused on domestic sugar beet production within a sustainable development framework, and on modern and alternative technical methods for the integrated processing of raw materials and semi-finished products. Specific technological solutions implemented at Russian enterprises are considered: membrane purification methods (micro-, ultra-, nanofiltration, and reverse osmosis), chromatographic separation of molasses with the extraction of 99.9% pure betaine, pyrolysis processing of large-tonnage solid organic waste, electrochemical activation of extractants, and ozonation of first-stage crystallization massecuite, which reduces viscosity by 15.7% and increases filtration rate by 22.4%. The potential of digitalization—the implementation of digital twins and predictive maintenance—to improve production efficiency and reliability is separately analyzed. The representation of sugar industry enterprises in Russian ESG ratings and rankings is assessed; it was found that the sugar segment is limitedly reflected in them, primarily through the head offices of diversified agricultural holdings (Rusagro, Steppe, Prodimex). It is concluded that the sustainability of the industry is achieved not as a one-time result, but as a continuous process of adaptation to internal and external challenges while maintaining a balance between production capacity, resources, and the needs of the population.

Keywords: sugar, sugar production, sustainable development, resource conservation, integrated processing of raw materials and semi-finished products.

Введение

Устойчивое развитие в сахарном производстве – это способность отрасли к конкурентному развитию в условиях вызовов и угроз, обеспечивая социальную справедливость, экономическую эффективность и экологическую безопасность. Устойчивость предполагает сбалансированность факторов производства, ресурсов и потребностей населения в сахаре и сахаросодержащих продуктах.

Понятие устойчивого развития (УР), впервые официально закреплённое в докладе Международной комиссии по окружающей среде и развитию ООН «Наше общее будущее» (1987 г.), определяется как «такое развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, не ставя под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности». В основе этого подхода лежит стремление к сбалансированному взаимодействию трёх ключевых компонентов: экономического роста, социальной ответственности и экологического баланса. Более точная трактовка устойчивого развития предполагает развитие общества таким образом, чтобы текущие потребности удовлетворялись без превышения экологических пределов, обеспечивая равные условия для будущих поколений.

Сегодня концепция устойчивого развития легла в основу стратегий развития на глобальном и национальном уровнях. В рамках ООН приняты 17 Целей устойчивого развития (ЦУР), охватывающих широкий спектр задач – от ликвидации нищеты и голода до борьбы с изменением климата, обеспечения чистой энергии, ответственного производства и потребления, а также создания устойчивых городов и сохранения

экосистем. Эти цели задают повестку для государств, бизнеса и гражданского общества, побуждая к трансформации производственных моделей в сторону экологической и социальной ответственности.

Таким образом, можно более точно сформулировать определение устойчивого развития как развитие общества, когда нынешнее поколение способно удовлетворять свои потребности, воздействуя на окружающую среду в пределах нормы, давая возможность будущим поколениям удовлетворять свои потребности в равных условиях.

В Российской Федерации приоритеты устойчивого развития закреплены на стратегическом уровне и включают такие направления:

1. Благополучие и здоровье людей, сохранение населения, поддержка института семьи.
2. Поддержка талантов, реализация потенциала, развитие гражданской ответственности.
3. Устойчивая экономика и ее динамичное развитие.
4. Комфортная среда для жизни.
5. Экологическая безопасность.
6. Технологическое лидерство.
7. Цифровая трансформация.

Основная деятельность мирового сообщества, которая сейчас осуществляется в направлении УР – это реализация 17 целей устойчивого развития: [1]

1. Ликвидация нищеты.
2. Ликвидация голода.
3. Хорошее здоровье и благополучие.
4. Качественное образование.
5. Гендерное равенство.
6. Чистая вода и санитария.
7. Доступная и чистая энергетика.
8. Достойная работа и экономический рост.

9. Индустриализация, инновации и инфраструктура.

10. Сокращение неравенства.

11. Устойчивые города и населенные пункты.

12. Ответственное потребление и производство.

13. Борьба с изменением климата.

14. Сохранение морских экосистем.

15. Сохранение экосистем суши.

16. Мир, правосудие и эффективные институты.

17. Партнерство в интересах устойчивого развития.

Особое значение при этом приобретает переход к зелёной экономике – модели, ориентированной на снижение экологического следа, эффективное использование ресурсов и гармоничное сочетание экономического роста с экологическими и социальными целями.

Одним из важных инструментов реализации принципов УР выступает экологический менеджмент – системный подход к управлению экологическими аспектами деятельности организации, сосредоточенный на взаимодействии с окружающей средой. Он направлен на минимизацию негативного воздействия на экологию и оптимизацию устойчивого использования ресурсов. Данный подход включает в себя разработку и внедрение стратегий, практик и процессов, которые способствуют охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития [2].

Сахарная отрасль, являясь одной из наиболее ресурсоёмких в агропромышленном комплексе, сталкивается с серьёзными вызовами в области устойчивости: значительное потребление воды, высокие объёмы отходов, выбросы парниковых газов, нагрузка на земельные и водные ресурсы, а также социальные вопросы, связанные с условиями труда [3]. В этих условиях внедрение практик устойчивого развития становится не только этической, но и экономической необходимостью, позволяя повысить конкурентоспособность, соответствовать международным стандартам и требованиям рынков.

Настоящая статья посвящена обзору современных практик устойчивого развития в сахарной отрасли с учётом глобальных и национальных целей УР. В работе рассматриваются экологические, социальные и экономические аспекты трансформации отрасли, анализируются примеры внедрения зелёных технологий, систем экологического менеджмента и инициатив по ответственному производству. Цель статьи – обобщить лучшие практики и выявить перспективные направления для дальнейшего развития

сахарной индустрии в русле принципов устойчивости.

Обзор законодательства

Идея устойчивого развития была закреплена на государственном уровне ещё в 1996 году указом Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина от 01.04.1996 г. № 440 «О Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию».¹

Экологические приоритеты закреплены в Конституции РФ: согласно ч. 1 ст. 9, земля и иные природные ресурсы используются и охраняются как основа жизни и деятельности народа, населяющего соответствующую территорию. Право граждан на благоприятную окружающую среду закреплено в ст. 42 Конституции РФ. Положения в п. 1 ст. 72 Конституции РФ², служат ключевой основой правового регулирования в сфере природопользования и охраны окружающей среды.

В Российской Федерации Цели устойчивого развития были интегрированы в систему стратегического планирования через национальные проекты, ориентированные на приоритетные направления развития, обозначенные в Указе Президента РФ от 7.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»³. Вместе с тем, в условиях меняющейся экономической ситуации возникает необходимость переосмыслить применимость стандартных индикаторов ЦУР ООН для российской реальности и оценить их соответствие актуальным задачам социально-экономического развития, особенно в контексте отдельных секторов национальной экономики.

В мае 2024 года Президент РФ подписал новый Указ № 309⁴, определяющий национальные цели развития страны на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года. Среди целей в рамках устойчивого развития можно выделить следующие: комфортная и безопасная среда для жизни, экологическое благополучие, устойчивая и динамичная экономика.

Особое внимание уделяется агропромышленному комплексу как одному из приоритетных секторов национальной экономики. В рамках национальной цели «Устойчивая и динамичная экономика» поставлена задача увеличить объём производства продукции агропромышленного комплекса не менее чем на 25% к 2030 году по сравнению с уровнем 2021 года, а также нарастить экспорт продукции АПК не менее,

¹ Указ Президента РФ № 440 от 01.04.1996 г.

² Конституция РФ, принятая всенародным голосованием 12.12.1993 года.

³ Указ Президента РФ № 204 от 7.05.2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»

⁴ Указ Президента РФ №309 от 07.05.2024 г.

чем в 1,5 раза за тот же период. Эти цели напрямую коррелируют с принципами устойчивого развития, включая продовольственную безопасность, рациональное природопользование и социально-экономическую устойчивость сельских территорий. Кроме того, в национальном проекте «Экологическое благополучие» закреплены меры по формированию экономики замкнутого цикла, в том числе через вовлечение отходов производства и потребления в хозяйственный оборот, что актуально для сахарной промышленности как одного из сегментов перерабатывающего АПК.⁵

Таким образом, современная государственная политика в области устойчивого развития всё более явно интегрирует отраслевые интересы, включая сахарную отрасль, в общую систему национальных приоритетов, ориентируясь не только на количественные показатели роста, но и на качество жизни, экологическую ответственность и технологическую модернизацию.

Материалы и методы

Объектом исследования стало отечественное свеклосахарное производство в системе устойчивого развития.

Предметом исследования стали современные и альтернативные технические приемы, обеспечивающие комплексную переработку сырья и производственных полупродуктов свеклосахарного производства, а также их влияние на экологическую чистоту и устойчивое развитие свеклосахарного подкомплекса.

Исследования были проведены в период 2024–2025 гг. на базе лабораторий кафедры технологии хранения и переработки плодоовощной и растениеводческой продукции ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и лабораторий кафедры технологии бродильных и сахаристых производств ФГБОУ ВО «ВГУИТ».

Обзор

В исследованиях Кадомцевой М.Е. [4], посвященных анализу соответствия национальной системы индикаторов устойчивого развития актуальным задачам российского агропромышленного комплекса, отмечается сомнение по поводу адекватности и сбалансированности существующей индикативной базы, используемой для оценки прогресса в достижении Целей устойчивого развития, принятых ООН на период до 2030 года, в контексте специфики российского АПК. Обусловлено это:

- растущими внешними вызовами (санкциями, климатическими рисками, пандемией);

- необходимостью обеспечения продовольственной безопасности;

- отсутствием согласованности между стратегическими документами и системой оценки результатов;

- недостаточным вниманием к экологическим аспектам устойчивого развития в аграрной политике.

Исследование Митрофановой Е.Г. и Шарыкиной Э.А. [5] посвящено роли высших учебных заведений в реализации Целей устойчивого развития ООН через «третью миссию университета»: взаимодействие с обществом, бизнесом и стейкхолдерами. Авторы анализируют мировые и российские практики интеграции принципов устойчивого развития в деятельность вузов, используя стейкхолдерский подход и метод лучших практик. Показано, что университеты могут выступать «живыми лабораториями» устойчивого развития, внедряя экологические, социальные и экономические инициативы. Приводятся примеры зарубежных университетов (Стэнфорд, Беркли, Гарвард, и др.), где ЦУР интегрированы в стратегию и повседневную деятельность. В России наблюдается недостаточная нормативно-правовая поддержка и низкий уровень системной интеграции ЦУР в высшее образование, несмотря на отдельные инициативы, такие как программа «Зелёные вузы России». Подчеркивается важность партнёрств с коммерческими и некоммерческими организациями для реализации устойчивого развития. Авторы предлагают три ключевых компонента успешного проекта третьей миссии: самоконструирование, жизнеспособность и вклад в общественную экосистему. Опираясь на данное исследование, его методологические подходы и примеры взаимодействия университетов с бизнесом могут быть адаптированы для анализа устойчивых практик в отраслях, включая агропромышленный сектор в целом и сахарное производство в частности.

Арангасами Д.Б., Субраманиам М., Рангасами С. [6] показали, что углеродный след сахарной отрасли зависит от множества факторов по всей цепочке производства: от выращивания до переработки и распределения. Результаты показали, что выбросы углекислого газа в промышленности могут быть значительно сокращены за счет внедрения комплекса энергосберегающих технологий, возобновляемых источников энергии и улучшенного управления отходами и водными ресурсами. В целом, эта оценка углеродного следа на производстве с использованием подхода оценки жизненного цикла проложила путь для определения многих других стратегий

⁵ Указ Президента РФ №309 от 07.05.2024 г.

сокращения выбросов парниковых газов в сахарной промышленности с целью смягчения последствий изменения климата с помощью предложенных мер.

Исследование Кумари С., Чинтамани Б.Г., Гурпур Ш. [6], посвящённое переходу сахарной отрасли в странах с развивающейся экономикой на принципы экономики замкнутого цикла показало основные предпосылки – наличие технологий (когенерационных установок, винокуренных заводов), инфраструктуры, капитала, экспертных знаний и эффективного управления отходами. Побочные продукты, такие как тростниковый мазут и жмых, активно перерабатываются в энергию, этанол и строительные материалы, что повышает рентабельность и снижает экологическую нагрузку. Анализ «затраты – выпуск» и тематическое исследование фокус-групп выявили ключевые факторы устойчивого развития отрасли. Однако результаты ограничены данными по одному региону – сахарному поясу Махараштры. Для получения более полных выводов необходимы первичные исследования на других заводах и в смежных отраслях. Эта работа открывает перспективы для дальнейших исследований инновационных практик и теоретического осмысления перехода к замкнутым производственным циклам.

Диана Каролина Седано, Рубен Дарио Рамос Чиприан, Мария Дж. Бастанте, Росарио Виньолес [8] проанализировали в своем докладе устойчивость сахарного производства Доминиканской Республики на основе оценки жизненного цикла (ОЖЦ). Выявили значительные экологические нагрузки на всех этапах производства. Внедрение ОЖЦ-стратегий позволило сократить энергопотребление на 30%, выбросы диоксида углерода на 40%, водопотребление на 30%, а объём отходов на 50%, что способствует переходу к устойчивому производству и повышению конкурентоспособности.

Петров С.М., Филатов С.Л., Подгорнова Н.М. [9] утверждают в своем исследовании, что дальнейшее устойчивое развитие и совершенствование сахарного производства с позиций стабилизации качества белого сахара, обеспечения нового уровня эффективности производства и получения дополнительного дохода за счет использования цифровых технологий, формирования сетевого взаимодействия поставщиков и партнеров возможно при условии постепенного перехода управления производством на использование цифровых двойников.

В исследовании Балабановой М.Ю., Панова С.Ю., Марнова А.Ю. [10], посвященном пиролизной переработке крупнотоннажных твердых органических отходов (КТОО), таких как свекловичный жом, пивная дробина,

отработанный активный ил и ионообменные смолы, предлагается универсальное техническое решение для экологических и энергетических проблем, связанных с утилизацией этих отходов. В ходе экспериментов на лабораторной установке изучалась зависимость выхода вторичных продуктов – жидкой фракции, твердого остатка и пиролизного газа – от температуры процесса (350–550 °С). Установлено, что с повышением температуры выход газа увеличивается, а выход жидкости и твердого остатка уменьшается. Оптимальной температурой пиролиза признана 500 °С, при которой процесс занимает 15 минут и обеспечивает максимальную эффективность. Полученные данные показали аналогичный характер зависимостей для всех видов КТОО. На основе результатов разработана структурная схема универсальной пиролизной установки, включающей участки пиролиза, газификации твердого остатка и разделения жидкой фракции. Предложенная система может быть энергетически независимой за счёт использования вырабатываемого пиролизного газа.

Петров С.М., Филатов С.Л., Михайличенко М.С. [11] изучили концепции внедрения цифрового двойника (digital Twin, DT) для устойчивого развития интеллектуального сахарного производства в рамках Индустрии 4.0. Авторы рассматривают переход от традиционных методов к цифровым технологиям, таким как интернет вещей (IoT), большие данные, искусственный интеллект и киберфизические системы. Особое внимание уделяется стратегиям технического обслуживания, где проактивное (предиктивное) обслуживание на основе данных цифрового двойника демонстрирует наибольшую экономическую эффективность. Для прогнозирования выхода сахара предложена нейронная сеть MLP с высокой точностью. Исследование показывает, что использование цифровых двойников сокращает время простоя, повышает надёжность и эффективность производства. Отмечается важная роль математических моделей и машинного обучения в создании цифровых двойников. В целом работа демонстрирует потенциал цифровизации для оптимизации производства сахара и повышения его конкурентоспособности.

Сахарная отрасль России, являясь стратегически важной частью агропромышленного комплекса, всё чаще обращает внимание на принципы устойчивого развития, включая эффективное использование ресурсов, снижение себестоимости и повышение производительности труда. Одним из ключевых игроков, демонстрирующих такие практики, выступает агрохолдинг «Русагро» – один из крупнейших производителей сахара и свинины в стране.

Обзор практик

Согласно исследованию Капитоновой и Вакулюк [12], «Русагро» характеризуется значительными инвестициями в средства производства: земельные активы, современные здания, технику и оборудование, общей стоимостью свыше 30 млрд. рублей за 2024 г., из них на сахарный бизнес было затрачено около 9,5 млрд рублей, в том числе на строительство объекта для долгосрочного хранения сахарной свёклы [13]. Такой подход позволяет компании не только обеспечивать высокую производительность труда, но и реализовывать экономию масштаба, что напрямую связано с ресурсной эффективностью – одним из столпов устойчивого развития.

Кроме того, крупные агрохолдинги, такие как «Русагро», обладают широким доступом к рынкам сбыта, включая экспортные каналы, и активно используют современные технологии управления и производства. Это способствует не только экономической устойчивости, но и повышает экологическую ответственность за счёт оптимизации агрохимических и энергетических затрат.

Хотя в исследовании Капитоновой и Вакулюк не раскрываются прямые ESG-инициативы (например, углеродный след или водопользование), подчёркивается, что такие компании демонстрируют системный подход к управлению, включая высокую квалификацию персонала и стратегическое планирование, что создаёт основу для внедрения более широких практик устойчивого развития в будущем.

Исследование Стеллы Безерджанни [14] оценивает устойчивость различных сахаросодержащих культур по десяти критериям, включая энергозатраты, выбросы CO₂, логистику и экологическое воздействие. Выявлено, что сладкое сорго (sweet sorghum) демонстрирует наивысший уровень устойчивости – 75%, за ним следует сахарная свёкла – 65%, тогда как сахарный тростник – всего 60%. Преимущества свёклы обусловлены возможностью севооборота, что снижает истощение почвы и уменьшает зависимость от химических удобрений.

По результатам анализа технологического потока и данных мониторинга смоделирован среднестатистический сахарный завод, проведено ранжирование уровней техногенного воздействия предприятий, в основу которого положен интегральный показатель. На основании проведенных исследований сделаны выводы о влиянии сахарных заводов на экологическую обстановку, в связи с чем предложены мероприятия по снижению их воздействия на воздушный и водный бассейны. Необходимо освоение новых технологий в основном производстве и при

очистке сточных вод, введение производственного экологического контроля и освоение систем экологического менеджмента с учетом современных требований [15].

Инновационный опыт переработки свеклы представлен в «Прогресс Агро». В компании реализованы практические шаги по повышению эффективности и экологичности производства сахара: в экспериментальной лаборатории тестируются мембранные технологии очистки (микро-, ультра-, нанофильтрация и обратный осмос) для замены традиционной известковой очистки. Особое внимание уделяется переработке мелассы – мембранной фильтрации и ионного обмена, что позволяет извлекать ценные компоненты и возвращать их в производственный цикл [16].

Критериям устойчивого развития отрасли соответствуют технические решения, направленные на глубокую переработку сырья. В Воронежском государственном университете инженерных технологий разработан способ переработки сахарной свеклы, исключающий длительное воздействие высокой температуры на сырье в процессе извлечения сахарозы. Это сохраняет пектиновые вещества в нативном состоянии и позволяет повысить при переработке жом выход пектина как целевого компонента [17].

Получаемый при этом очищенный свекловичный сок сохраняет комплекс натуральных компонентов сахарной свеклы и является сырьевым ресурсом при получении безалкогольных и слабоалкогольных напитков, хлебобулочных и мучных кондитерских изделий [18].

Заслуживает внимания опыт ГК «Продимекс» по глубокой переработке мелассы методом хроматографической сепарации, позволяющий извлекать из отхода производства не только сахарозу, но и ценный компонент сахарной свеклы бетанин с высокой степенью чистоты 99,9%. Остающаяся при этом обедненная меласса находит применение в обогащении жома, в составе комбикормов, удобрений, в качестве связывающего материала при брикетировании угля [19].

Повышение эффективности сахарного производства обусловлено в первую очередь интенсификацией процесса экстрагирования сахарозы из свекловичной стружки, что обеспечивается использованием солевых растворов в составе экстрагента и проведением электрохимической активации [20–22]

Проведено комплексное обоснование целесообразности применения озона для оптимизации разделения утфеля I ступени кристаллизации через преобразование реологических свойств межкристальной фазы. Это технологическое решение является прямым воплощением принципов устойчивого развития на производственном уровне [23].

Экспериментально определены рациональные параметры обработки: концентрация озона 2,8–3,2 мг/л, продолжительность воздействия 95–110 с. В указанных условиях достигается уменьшение вязкости на $15,7 \pm 1,8\%$ и повышение скорости центрифугирования на $22,4 \pm 2,3\%$, что обеспечивает экономию энергоресурсов и повышает экономическую эффективность производства.

Установлена избирательность влияния озона на сахара, что гарантирует сохранение кристаллической структуры сахарозы и повышение потребительских свойств конечного продукта. Это соответствует социальному аспекту устойчивого развития – обеспечению потребителя качественным продуктом.

Подтверждена экологическая приемлемость разработанной технологии, что в совокупности с экономическим эффектом и сохранением качества продукта демонстрирует сбалансированность факторов производства, необходимую для долгосрочной устойчивости сахарной отрасли [24].

Важным фактором обеспечения устойчивости сахарного производства является обеспечение качества выпускаемой продукции на основе современных методов оценки. Применение сенсорных технологий, результаты которых отличаются высокой объективностью и воспроизводимостью, служит гарантией качества белого сахара и его востребованности у потребителей [25].

Результаты и обсуждение

Выполнены исследования по изучению влияния практик внедрения устойчивого развития на ESG – рейтинг.

Российские компании представлены в широком спектре ESG-рейтингов и рэнкингов в сфере устойчивого развития, которые можно классифицировать по методологии, составителям и охвату. В таблице 1 представлен обзор основных рейтингов.

Таблица 1.

Ежегодные рэнкинги в сфере устойчивого развития

Table 1.

Annual sustainability rankings

Разработчик рэнкинга	Название рэнкинга	Ranking name
АНО «Национальные приоритеты»	Национальная премия «Наш вклад»	National Award "Our Contribution"
Ассоциация грантодающих организаций «Форум Доноров» совместно с ИД «Коммерсантъ» и Группой компаний Б1	Рейтинг «Лидеры корпоративной благотворительности»	Corporate Philanthropy Leaders Rating
Аналитический центр «Эксперт» и журнал «Эксперт»	Рейтинг устойчивого развития российских компаний	Rating of Sustainable Development of Russian Companies
Национальные Кредитные Рейтинги и РБК	ESG-индекс российского бизнеса	ESG-Index of Russian Business
Национальное рейтинговое агентство	ESG-рэнкинг российских компаний промышленного сектора ESG-Рэнкинг российских компаний потребительского сектора и сектора нефинансовых услуг	ESG ranking of Russian Industrial Companies ESG ranking of Russian companies in the consumer sector and the non-financial services sector
«РАЭКС-Аналитика»	Рейтинг годовых отчётов коммерческих организаций ESG-рэнкинг российских компаний Топ компаний по взаимодействию с заинтересованными сторонами Топ компаний по внедрению ВИЭ Топ компаний по качеству развития персонала Топ компаний по обращению с отходами	Rating of annual reports of commercial organizations ESG ranking of Russian companies Top companies in terms of stakeholder engagement Top companies for the introduction of renewable energy sources Top companies in terms of the quality of personnel development Top Waste Management Companies
РСПП	Индекс «Вектор устойчивого развития» Индекс «Ответственность и открытость» Антикоррупционный рейтинг российского бизнеса	Sustainable Development Vector Index Responsibility and Transparency Index Anti-corruption rating of Russian business
Аппарат полпредства в Центральном федеральном округе (координатор проекта)	ЭКГ-рейтинг ответственного бизнеса	ECG rating of responsible business
Эксперт РА	Рэнкинг ESG-прозрачности российских компаний и банков	ESG Transparency Ranking of Russian Companies and Banks
Экспертный центр «Проектный офис развития Арктики» («ПОРА»), МГУ им. М.В. Ломоносова	Рейтинг корпоративных благотворительных фондов Рейтинг отчётности в области устойчивого развития Рейтинг ответственности перед обществом Рейтинг социальной эффективности крупнейших российских компаний Рейтинг углеродного следа	Rating of corporate charitable foundations Sustainability Reporting Rating Public Responsibility Rating Social Performance Rating of the Largest Russian Companies Carbon Footprint Rating
Forbes	Рейтинг лучших работодателей России	Rating of the best employers in Russia
TopCompetence при поддержке Московской биржи и Центра системных трансформаций Экономического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова	Национальный индекс корпоративного управления	National Corporate Governance Index

На основе анализа открытых данных можно сделать вывод, что присутствие компаний агропромышленного комплекса, и в особенности специализированных производителей и переработчиков сахара в ежегодных ESG-рейтингах и рэнкингах, носит ограниченный характер, хотя крупные компании демонстрируют положительную динамику в сфере устойчивого развития [26]. В целом сектор АПК представлен в подобных исследованиях относительно скромно, тем не менее лидеры отрасли уже входят в ежегодные рэнкинги ведущих российских агентств, таких как «РАЭК-Аналитика» (Таблица 2). К примеру, Агрохолдинг «Степь» представлен в тематических рэнкингах, посвященных энергопереходу, что указывает на внимание сахарного сегмента к вопросам декарбонизации.

Таблица 2.
ESG-рейтинг эксперта РАЭК
Table 2.
ESG rating by RAEKS expert

Название рейтинга / рэнкинга	Наименование компании	Company Name
ESG-рэнкинг компаний	Группа «Русагро» (E-140, S-110, G-74)	Rusagro Group (E140, S110, G74)
ESG-рейтинги российских компаний (рейтинг-лист)	Агрохолдинг «Степь»	Steppe Agricultural Holding
Топ-50 энергия: рэнкинг российских нефинансовых компаний, проявляющих наибольшее внимание к зеленому энергопереходу	Агрохолдинг «Степь» (Ранк 14, оценка 85)	Steppe Agricultural Holding (Rank 14, score 85)
Рейтинг годовых отчетов коммерческих организаций	Группа «Русагро» (4 звезды, очень высокое качество годового отчета)	Rusagro Group (4 stars, very high quality of the annual report)

ГК «Русагро», являющаяся крупным переработчиком сахарной свеклы (бренд «Русский сахар»), фигурирует в рэнкингах агентства «Эксперт РА» (Таблица 3) с детализированными оценками по трем компонентам, а также стабильно получает высокие оценки за качество раскрытия нефинансовой информации.

Таблица 3.
ESG-рейтинги ЭКСПЕРТ РА
Table 3.
ESG ratings EXPERT RA

Название рейтинга / рэнкинга	Наименование компании	Company Name
Рэнкинг ESG-прозрачности российских компаний и банков	Группа «Русагро» (Место 121, Рейтинг 0.71, E-0.03, S-0.20, G-0.45, St-0.03)	Rusagro Group (position 121, rating 0.71, E0.03, S0.20, G0.45, St0.03)
Рэнкинг ESG-прозрачности российских компаний и банков, Отраслевые рэнкинги	Группа «Русагро» (Рейтинг 0.71)	Rusagro Group (Rating 0.71)

Российские компании агропромышленного комплекса, в частности представителей производителей и переработчиков сахара представлены также в рейтингах РСПП, Национального рейтингового агентства, ЭКГ-рейтинге ответственного бизнеса (таблица 4).

Российские компании в ESG-рейтинге

Таблица 4.

Russian companies in the ESG rating

Table 4.

Название рейтинга / рэнкинга	Наименование компании	Company Name
РСПП Индекс «Ответственность и открытость»	ПАО «ФосАгро» (А) Группа «Русагро» (С)	PJSC PhosAgro (A) Rusagro Group (C)
РСПП Индекс «Вектор устойчивого развития»	ФосАгро (А)	PhosAgro (A)
Национальные Кредитные Рейтинги и РБК ESG-индекс российского бизнеса	Группа «Русагро» (Нефинансовые компании, уровень III)	Rusagro Group (Tier III Non-Financial Companies)
Национальное рейтинговое агентство ESG-рэнкинг российских компаний промышленного сектора	ПАО «ФосАгро» (Балл 0,74, группа 2)	PJSC PhosAgro (score 0.74, group 2)
Национальное рейтинговое агентство ESG-Рэнкинг российских компаний потребительского сектора и сектора нефинансовых услуг	Группа «Русагро» (Балл 0,64, E – 0,61, S – 0,61, G – 0,71 группа 3)	Rusagro Group (score 0.64, E – 0.61, S – 0.61, G – 0.71 group 3)
ЭКГ-рейтинг ответственного бизнеса	ООО "ПРОДИМЕКС" (Уровень АА, Рейтинг 93, Экология 15, Кадры 35, Государство 43) ООО "ГК ДОМИНАНТ" (Уровень АА, Рейтинг 99, Экология 15, Кадры 35, Государство 49) ООО "РУСАГРО" (Уровень А, Рейтинг 88, Экология 15, Кадры 25, Государство 48) ООО "СЮКДЕН-ЛИПЕЦК" (Уровень В, Рейтинг 54, Экология 15, Кадры 0, Государство 39) АО ФИРМА "АГРОКОМПЛЕКС" им. Н.И. ТКАЧЕВА (Уровень ВВ, Рейтинг 61, Экология 9, Кадры 7, Государство 45)	PRODIMEX LLC (AA Level, Rating 93, Ecology 15, Human Resources 35, State 43) DOMINANT GROUP OF COMPANIES LLC (level AA, rating 99, ecology 15, personnel 35, state 49) RUSAGRO LLC (Level A, Rating 88, Ecology 15, Human Resources 25, State 48) SYUKDEN-LIPETSK LLC (level B, rating 54, ecology 15, personnel 0, state 39) JSC FIRM "AGROCOMPLEX" named after N.I. TKACHEV (Level BB, Rating 61, Ecology 9, Human Resources 7, State 45)

Производители и переработчики сахара представлены в ESG-рейтингах крайне ограниченно. Отрасль представлена в основном через головные структуры многопрофильных агрохолдингов, таких как «РусАгро», «Степь», «Продимекс», «ФосАгро», в которые сахарный бизнес входит как одно из направлений деятельности. ЭКГ-рейтинг (Экология-Кадры-Государство), будучи национальным стандартом с охватом более 7 миллионов субъектов, технически включает всех производителей сахара, зарегистрированных как юридические лица. Однако открытые источники не позволяют провести отраслевую выборку по сахарной промышленности.

Заключение

Проведенный анализ подтверждает, что устойчивое развитие сахарной отрасли представляет собой комплексную задачу, требующую сбалансированного учета экологических, социальных и экономических факторов. Устойчивость в данной сфере достигается не как разовый результат, а как непрерывный процесс адаптации к внутренним и внешним вызовам при сохранении баланса между производственными мощностями, доступными ресурсами и потребностями населения.

Литература

- 1 Salimifard A., Yaghmaeian K., Aghaei M. et al. An in-depth analysis of the sugar industry's waste management approaches in the context of the circular economy framework: a comprehensive systematic review // *Waste Management & Research*. 2026. doi: 10.1177/0734242X251361736
- 2 Ungureanu N., Vlăduț V., Biriș S. Sustainable valorization of waste and by-products from sugarcane processing // *Sustainability*. 2022. V. 14. № 17. P. 11089. doi: 10.3390/su141711089
- 3 Петров С.М., Подгорнова Н.М., Тужилкин В.И. Экологическая оценка выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух свеклосахарными заводами // *Экология и промышленность России*. 2022. Т. 26. № 3. С. 10–16. doi: 10.18412/1816-0395-2022-3-10-16
- 4 Кадомцева М.Е. Система индикаторов устойчивого развития национального АПК // *Проблемы прогнозирования*. 2024. № 1 (202). С. 144–156. doi: 10.47711/0868-6351-202-144-156
- 5 Митрофанова Е.Г., Шарыкина Э.А. Управление образованием: теория и практика. 2023. Т. 13. № 4. (Примечание: требуются страницы)
- 6 Arangasamy D.B., Subramaniam M., Rangasamy S. et al. Carbon footprint and embodied energy for sugar production: a case study of sugar industry, Tamil Nadu, India // *Sugar Tech*. 2024. V. 26. № 4. P. 1096–1107. doi: 10.1007/s12355-024-01471-4
- 7 Kumari S., Chintamani B.G., Gurple S. Prerequisites of the circular economy in the sugar industry of developing countries // *International Journal of Sustainable Development and Planning*. 2024. V. 19. № 6. P. 2021–2028. doi: 10.18280/ijstdp.190602
- 8 Sedano D.C., Ramos Ciprian R.D., Bastante M.J., Viñoles R. Sustainability analysis in the sugar industry: assessing the environmental impact of sugar production through life cycle assessment // *Sustainable Development and Planning XIII: conference proceedings*. 2024. doi: 10.2495/SDP240561
- 9 Петров С.М., Филатов С.Л., Подгорнова Н.М. Устойчивое развитие сахарного производства на основе цифровых двойников // *Сахар*. 2023. № 11. doi: 10.24412/2413-5518-2023-11-16-21
- 10 Балабанова М.Ю., Панов С.Ю., Марнов А.Ю. Исследование технического решения экологических и энергетических проблем при пиролизной переработке крупнотоннажных твердых органических отходов // *Вестник ВГУИТ*. 2025. Т. 87. № 1. С. 243–249. doi: 10.20914/2310-1202-2025-1-243-249
- 11 Петров С.М., Филатов С.Л., Михайличенко М.С. Устойчивое развитие интеллектуального сахарного производства на основе концепции цифрового двойника // *Актуальные биотехнологии*. 2024. № 1. doi: 10.20914/2304-4691-2024-1-18-22
- 12 Капитонова Ю.С., Вакулюк В.С. Сравнительный анализ экономической эффективности мелких и крупных фермерских хозяйств России // *Экономика: вчера, сегодня, завтра*. 2023. Т. 13. № 3А. С. 374–384. doi: 10.34670/AR.2023.29.51.076
- 13 Инвестиции компании «РусАгро» в прошлом году составили 30 млрд рублей, в 2023 году – 18,4 млрд рублей. Forkagro, 20.03.2025. URL: <https://forkagro.com/incubator/v/investicii-kompanii-rusagro-v-proshlom-godu-sostavili-30-mlrd-rublej-v-2023-godu-184-mlrd-rublej> (дата обращения: 12.06.2026).
- 14 The sustainability of beet sugar production in comparison with other sugar crops. Academia.edu. URL: https://www.academia.edu/5742113/The_sustainability_of_beet_sugar_production_in_comparison_with_other_sugar_crops (дата обращения: 12.06.2026).
- 15 Поливанова Т.В., Семичева Н.Е., Поливанова С.А. Исследование экологических проблем при проектировании и строительстве предприятий сахарной промышленности // *Промышленное и гражданское строительство*. 2017. № 3. С. 79–83.
- 16 «Прогресс Агро» тестирует мембранные технологии очистки сахаросодержащего сырья. AgriEcomission. URL: <https://agrieomission.com/news/progress-agro-testiruet-membrannye-tehnologii-ochistki-saharosoderjashchego-syrya> (дата обращения: 12.06.2026).
- 17 Пат. 2704436 РФ. Способ получения сахаросодержащего продукта из сахарной свеклы / Кульнева Н.Г., Свешников И.Ю., Чернова Ю.И. № 2018131734; заявл. 05.09.2018; опубл. 28.10.2019. Бюл. № 31.
- 18 Пат. 2822094 РФ. Способ получения алкогольсодержащего напитка типа пиво / Кульнева Н.Г., Золотухина Е.О., Карпов Г.Г., Петрова А.А., Сидоренков Д.Ю., Черникова О.В. № 2023128906; заявл. 08.11.2023; опубл. 01.06.2024.
- 19 Круглик С.В. О способе использования обеднённой мелассы // *Сахар*. 2020. № 1. С. 14–18.

- 20 Кульнева Н.Г., Журавлев М.В. Способы повышения эффективности диффузионного извлечения сахарозы из свёклы // Сахар. 2017. № 1. С. 30–33.
- 21 Липатов Н.Н. Реология сахарных растворов и утфелей // Сахар. 2021. № 7. С. 32–36.
- 22 Журавлёв М.В., Назаров А.Ю., Мустафина А.С. Обоснование целесообразности применения озона в технологии разделения утфеля первой ступени кристаллизации // Агропромышленные технологии Центральной России. 2025. № 4 (38). С. 26–34. doi: 10.24888/2541-7835-2025-38-4-26-34
- 23 Кульнева Н.Г., Матвиенко Н.А. Инновационный способ сенсорного анализа сахаров // Известия вузов. Пищевая технология. 2022. № 5 (389). С. 100–104.
- 24 Мустафина А.С., Бакин И.А. Реализация принципов ESG в бизнес-планировании инвестиционных проектов агропромышленного комплекса // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2023. № 5. С. 101–114.
- 25 Solomon S., Swapna M. Indian sugar industry: towards self-reliance for sustainability // Sugar Tech. 2022. V. 24. № 3. P. 630–650. doi: 10.1007/s12355-022-01123-5

References

- 1 Salimifard A., Yaghmaeian K., Aghaei M. et al. An in-depth analysis of the sugar industry's waste management approaches in the context of the circular economy framework: a comprehensive systematic review. *Waste Management & Research*. 2026. [Online first]. doi: 10.1177/0734242X251361736.
- 2 Ungureanu N., Vlăduț V., Biriș S. Sustainable valorization of waste and by-products from sugarcane processing. *Sustainability*. 2022. vol. 14. no. 17. article 11089. doi: 10.3390/su141711089.
- 3 Petrov S.M., Podgornova N.M., Tuzhilkin V.I. Environmental assessment of pollutant emissions into the atmospheric air by beet sugar factories. *Ecology and Industry of Russia*. 2022. vol. 26. no. 3. pp. 10–16. doi: 10.18412/1816-0395-2022-3-10-16 (in Russian).
- 4 Kadomtseva M.E. System of indicators for sustainable development of the national agro-industrial complex. *Problems of Forecasting*. 2024. no. 1 (202). pp. 144–156. doi: 10.47711/0868-6351-202-144-156 (in Russian).
- 5 Mitrofanova E.G., Sharykina E.A. Education management: theory and practice. 2023. vol. 13. no. 4. [Note: Page numbers are required]. (in Russian).
- 6 Arangasamy D.B., Subramaniam M., Rangasamy S. et al. Carbon footprint and embodied energy for sugar production: a case study of sugar industry, Tamil Nadu, India. *Sugar Tech*. 2024. vol. 26. no. 4. pp. 1096–1107. doi: 10.1007/s12355-024-01471-4.
- 7 Kumari S., Chintamani B.G., Gурpur S. Prerequisites of the circular economy in the sugar industry of developing countries. *International Journal of Sustainable Development and Planning*. 2024. vol. 19. no. 6. pp. 2021–2028. doi: 10.18280/ijstdp.190602.
- 8 Sedano D.C., Ramos Ciprian R.D., Bastante M.J., Viñoles R. Sustainability analysis in the sugar industry: assessing the environmental impact of sugar production through life cycle assessment. In: *Sustainable Development and Planning XIII: Conference Proceedings*. 2024. doi: 10.2495/SDP240561.
- 9 Petrov S.M., Filatov S.L., Podgornova N.M. Sustainable development of sugar production based on digital twins. *Sugar*. 2023. no. 11. [Online first]. doi: 10.24412/2413-5518-2023-11-16-21 (in Russian).
- 10 Balabanova M.Yu., Panov S.Yu., Marnov A.Yu. Investigation of technical solutions for environmental and energy problems during pyrolysis processing of large-tonnage solid organic waste. *Bulletin of VSUET*. 2025. vol. 87. no. 1. pp. 243–249. doi: 10.20914/2310-1202-2025-1-243-249 (in Russian).
- 11 Petrov S.M., Filatov S.L., Mikhailichenko M.S. Sustainable development of intelligent sugar production based on the digital twin concept. *Current Biotechnology*. 2024. no. 1. [Online first]. doi: 10.20914/2304-4691-2024-1-18-22 (in Russian).
- 12 Kapitonova Yu.S., Vakulyuk V.S. Comparative analysis of economic efficiency of small and large farms in Russia. *Economics: Yesterday, Today, Tomorrow*. 2023. vol. 13. no. 3A. pp. 374–384. doi: 10.34670/AR.2023.29.51.076 (in Russian).
- 13 Investments of Rusagro company amounted to 30 billion rubles last year, in 2023 – 18.4 billion rubles. *Forkagro*, March 20, 2025. Available at: <https://forkagro.com/incubator/v/investicii-kompanii-rusagro-v-proshlom-godu-sostavili-30-mlrd-rublej-v-2023-godu-184-mlrd-rublej> (accessed: 12.06.2026) (in Russian).
- 14 The sustainability of beet sugar production in comparison with other sugar crops. *Academia.edu*. Available at: https://www.academia.edu/5742113/The_sustainability_of_beet_sugar_production_in_comparison_with_other_sugar_crops (accessed: 12.06.2026).
- 15 Polivanova T.V., Semicheva N.E., Polivanova S.A. Study of environmental problems in the design and construction of sugar industry enterprises. *Industrial and Civil Engineering*. 2017. no. 3. pp. 79–83. (in Russian).
- 16 Progress Agro tests membrane technologies for purification of sugar-containing raw materials. *AgriEcomission*. Available at: <https://agriecomission.com/news/progress-agro-testiruet-membrannye-tehnologii-ochistki-saharosoderjashchegosyrya> (accessed: 12.06.2026) (in Russian).
- 17 Patent no. 2704436 RF. Method for producing a sugar-containing product from sugar beet. Kulneva N.G., Sveshnikov I.Yu., Chernova Yu.I. no. 2018131734; filed 05.09.2018; publ. 28.10.2019. Bull. no. 31. (in Russian).
- 18 Patent no. 2822094 RF. Method for producing an alcohol-containing beverage of the beer type. Kulneva N.G., Zolotukhina E.O., Karpov G.G., Petrova A.A., Sidorenkov D.Yu., Chernikova O.V. no. 2023128906; filed 08.11.2023; publ. 01.06.2024. (in Russian).
- 19 Kruglik S.V. On the method of using depleted molasses. *Sugar*. 2020. no. 1. pp. 14–18. (in Russian).
- 20 Kulneva N.G., Zhuravlev M.V. Ways to increase the efficiency of diffusion extraction of sucrose from beets. *Sugar*. 2017. no. 1. pp. 30–33. (in Russian).
- 21 Lipatov N.N. Rheology of sugar solutions and masseccutes. *Sugar*. 2021. no. 7. pp. 32–36. (in Russian).
- 22 Zhuravlev M.V., Nazarov A.Yu., Mustafina A.S. Justification of the feasibility of using ozone in the technology of separation of masseccute of the first crystallization stage. *Agro-Industrial Technologies of Central Russia*. 2025. no. 4 (38). pp. 26–34. doi: 10.24888/2541-7835-2025-38-4-26-34 (in Russian).

23 Kulneva N.G., Matvienko N.A. Innovative method of sensory analysis of sugars. News of Higher Educational Institutions. Food Technology. 2022. no. 5 (389). pp. 100–104. (in Russian).

24 Mustafina A.S., Bakin I.A. Implementation of ESG principles in business planning of investment projects in the agro-industrial complex. Bulletin of the Timiryazev Agricultural Academy. 2023. no. 5. pp. 101–114. (in Russian).

25 Solomon S., Swapna M. Indian sugar industry: towards self-reliance for sustainability. Sugar Tech. 2022. vol. 24. no. 3. pp. 630–650. doi: 10.1007/s12355-022-01123-5.

Сведения об авторах

Эльза А. Шарыкина к.э.н., доцент, кафедра управление бизнесом и сервисные технологии, Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ), г. Москва, Россия, elzagrishkova@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1082-7821>

Михаил В. Журавлёв к.т.н., доцент, кафедра процессов и аппаратов перерабатывающих производств, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия, zyrav2014@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1331-0716>

Надежда Г. Кульнева д.т.н., профессор, кафедра технологии сахаристых веществ, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, ngkulneva@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3802-9071>

Данил С. Семенченко аспирант, кафедра технологии сахаристых веществ, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия,

<https://orcid.org/0009-0006-4200-9195>

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

Elsa A. Sharykina Cand. Sci. (Econ.), associate professor, Department of Business Management and Service Technologies, Russian Biotechnology University (ROSBIOTECH), Moscow, Russia, elzagrishkova@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1082-7821>

Mikhail V. Zhuravlev Cand. Sci. (Engin.), associate professor, Department of Processes and Apparatus for Processing Industries, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia, zyrav2014@ya.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1331-0716>

Nadezhda G. Kulneva Dr. Sci. (Engin.), professor, Department of Technology of Sugar Substances, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, ngkulneva@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0003-3802-9071>

Danil S. Semenchko graduate student, Department of Technology of Sugar Substances, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia,

<https://orcid.org/0009-0006-4200-9195>

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 01/03/2025	После редакции 07/04/2025	Принята в печать 29/04/2026
Received 01/03/2025	Accepted in revised 07/04/2025	Accepted 29/04/2026