



Экономика замкнутого цикла в сельскохозяйственном производстве: потенциал реализации в новых институциональных условиях

М. В. Терешина¹ ✉С. Г. Тяглов²Е. В. Атамась¹

¹ Кубанский государственный университет (г. Краснодар, Российская Федерация)

² Ростовский государственный экономический университет
(г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

✉ mwstepanova@mail.ru

Аннотация

Введение. Концепт циркулярного сельскохозяйственного производства является перспективным трендом для обеспечения продовольственной безопасности и снижения текущих негативных экологических эффектов. Цель исследования – проанализировать перспективы развития экономики замкнутого цикла в аграрном секторе Краснодарского края в новых институциональных условиях.

Материалы и методы. В процессе исследования использовались методы критического анализа современной литературы и анализ официальных статистических данных. Изучены основные нормативные и программные документы, формирующие институциональные рамки для развития экономики замкнутого цикла в сельском хозяйстве и влияющие на текущие и перспективные институциональные трансформации процесса развития экономики замкнутого цикла и valorизации образуемых сельскохозяйственных отходов.

Результаты исследования. Определены дифференциальные характеристики понятия «циркулярное сельскохозяйственное производство», выделены основные принципы и ограничения развития экономики замкнутого цикла в сельскохозяйственном производстве, а также выгоды и издержки циркулярного перехода в сельском хозяйстве. Описаны специфические характеристики сельскохозяйственного производства в Краснодарском крае, детерминирующие приоритетность реализации циркулярных практик.

Обсуждение и заключение. Складывающаяся модель управления циркулярным переходом в сельскохозяйственном производстве нашей страны имеет «нисходящий» характер с детерминирующей ролью государственных структур в ее формировании, которая имеет как преимущества, так и дефицитарные области. Трансформация характеристик этой модели будет происходить под влиянием специфических признаков российских регионов. Результаты проведенного исследования могут использоваться органами исполнительной власти и бизнес-структурами при институциональном проектировании внедрения экономики замкнутого цикла в сельскохозяйственной отрасли Краснодарского края и других аграрных регионов.

Ключевые слова: экономика замкнутого цикла, сельскохозяйственное производство, циркулярное производство, институциональные условия, экономика Краснодарского края

© Терешина М. В., Тяглов С. Г., Атамась Е. В., 2024



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.



Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Статья подготовлена при финансовой поддержке РНФ и КНФ в рамках конкурса 2024 г. «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований отдельными научными группами» (региональный конкурс), 24-18-20049 «Региональная система экономики замкнутого цикла: институциональные модели и технологии развития (на примере Краснодарского края)» (<https://rscf.ru/project/24-18-20049/>).

Для цитирования: Терешина М. В., Тяглов С. Г., Атамась Е. В. Экономика замкнутого цикла в сельскохозяйственном производстве: потенциал реализации в новых институциональных условиях // Регионология. 2024. Т. 32, № 4. С. 635–652. <https://doi.org/10.15507/2413-1407.129.032.202404.635-652>

Circular Economy in Agricultural Production: Potential for Implementation in New Institutional Conditions

M. V. Tereshina^a✉, S. G. Tyaglov^b, E. V. Atamas^a

^a Kuban State University (Krasnodar, Russian Federation)

^b Rostov State University of Economics (Rostov-on-Don, Russian Federation)

✉ mwstepanova@mail.ru

Abstract

Introduction. The concept of circular agricultural production is a promising trend for ensuring food security and reducing current negative environmental effects. The aim of the study is to analyse the prospects for the development of a circular economy in the agricultural sector of the Krasnodar Territory in the new institutional environment.

Materials and Methods. The research process used the methods of critical analysis of modern literature, analysis of official statistical data, regulatory and programme documents that form the institutional framework for the development of closed-loop economy in agriculture. The main regulatory and program documents influencing the current and future institutional transformations of a circular economy in agriculture and the valorization of generated agricultural waste are analyzed.

Results. The differential characteristics of the concept of circular agricultural production are determined; the basic principles and limitations of a circular economy in agriculture are highlighted, as well as the benefits and costs of a circular transition in agriculture. Some specific characteristics of agricultural production in Krasnodar Territory are described, which determine the priority of implementing circular practices.

Discussion and Conclusions. It has been revealed that the emerging model for managing the circular transition in agricultural production in our country has a “top-down” character with the determining role of governmental institutions. This model has both undeniable advantages and areas of deficiency. The transformation of the characteristics of this model will occur under the influence of the specific characteristics of Russian regions. The results of the study are important for executive authorities and business structures for the institutional design of the introduction of circular economy in the agricultural sector of the Krasnodar Territory and other agricultural regions.

Keywords: circular economy, agricultural production, circular production, institutional conditions, Krasnodar Territory economy

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

Funding. The research is carried out with the financial support of the Russian Science Foundation and Kuban Science Foundation within the framework of the scientific project 2024 “Conducting fundamental scientific research and exploratory scientific research by individual scientific groups” (regional competition), project No. 24-18-20049 “Regional circular economy system: institutional models and development technologies (the case of Krasnodar Territory)” (<https://rscf.ru/project/24-18-20049/>).

For citation: Tereshina M.V., Tyaglov S.G., Atamas E.V. Circular Economy in Agricultural Production: Potential for Implementation in New Institutional Conditions. *Russian Journal of Regional Studies*. 2024;32(4):635–652. <https://doi.org/10.15507/2413-1407.129.032.202404.635-652>



Введение. В настоящее время экономика замкнутого цикла является одной из самых обсуждаемых и исследуемых экономических моделей, которая активно институционализируется в государственных и отраслевых приоритетах развития. Большинство ученых и практиков солидарны во мнении, что модели экономики замкнутого цикла способствуют экономической, экологической и социальной устойчивости и являются перспективными с точки зрения стратегического управления. При этом степень проникновения циркулярных практик в реальный сектор экономики значительно отличается как в страновом, так и в отраслевом срезе, на макро-, мезо- и микроуровнях [1].

Основной целью сельскохозяйственного производства традиционно считалась максимизация производительности, которая в большинстве случаев осуществлялась за счет расширения масштабов использования ресурсов. Негативные последствия подобного подхода связаны не только с экологическим ущербом (деградацией почв, сокращением биоразнообразия, накоплением отходов, усиливающейся региональной аграрной специализацией, изменением климата и т. д.), но и с экономическими потерями. Так, по данным международных организаций, деградация почв затрагивает от 30 до 85 % сельскохозяйственных земель¹, потери воды, используемой для орошения сельскохозяйственных культур, достигают 60 %, при этом на сельское хозяйство уходит более 2/3 всей воды, используемой человеком, сельское хозяйство является основным антропогенным источником выбросов парниковых газов. Кроме традиционно образуемых отходов растениеводства и животноводства, современное сельское хозяйство использует значительный объем (до 12,5 млн т) пластмассовых изделий, которые также переходят в разряд отходов и требуют утилизации². В исследованиях Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН приводятся данные о скрытых издержках традиционных мировых агросистем для здоровья, экологии и общества на сумму не менее 10 трлн долл. в год, при этом около 25 % этой суммы связано с экологическим ущербом от выбросов парниковых газов, азота, отходов, а также в связи с нерациональным использованием земельных и водных ресурсов³.

Именно поэтому циркулярное сельскохозяйственное производство в научном и управленческом дискурсе рассматривается в качестве наиболее перспективного пути для переориентации с текущей неустойчивой модели на более устойчивую, способную не только обеспечить продовольственную безопасность, но и значительно уменьшить негативное воздействие на окружающую среду [2].

Актуальность исследования связана также с необходимостью перехода к экономике замкнутого цикла, фиксируемой в публичном и правовом пространстве

¹ MacArthur E., Zumwinkel K., Stuchtey M. R. Growth Within: A Circular Economy Vision for a Competitive Europe [Электронный ресурс] // Ellen MacArthur Foundation. 2015. URL: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/growth-within-a-circular-economy-vision-for-a-competitive-europe> (дата обращения: 12.04.2024).

² Assessment of Agricultural Plastics and their Sustainability: A call for Action [Электронный ресурс]. Rome, 2021. 160 p. URL: <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cb7856en> (дата обращения: 12.04.2024).

³ The State of Food and Agriculture 2023. Revealing the True Cost of Food to Transform Agrifood Systems [Электронный ресурс]. Rome, 2023. 150 p. URL: <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cc7724en> (дата обращения: 12.04.2024).



нашей страны⁴, принятием целого ряда нормативных правовых актов и программ, призванных сформировать институциональный каркас для имплементации различных аспектов экономики замкнутого цикла в сельскохозяйственное производство.

Целью исследования является анализ потенциала реализации экономики замкнутого цикла в сельскохозяйственном производстве Краснодарского края в условиях происходящих институциональных изменений.

Обзор литературы. Основные импульсы для изучения экономики замкнутого цикла применительно к сельскохозяйственному производству были созданы в 2013 г. серией отчетов фонда Э. Макартур⁵, в которых впервые были проанализированы потенциал замкнутых систем в сельском хозяйстве, возможные стимулы и барьеры для их внедрения, основные заинтересованные стороны, технологические разработки и потенциальные бизнес-модели. В настоящее время зарубежные и отечественные исследования в области экономики замкнутого цикла в сельском хозяйстве осуществляются по нескольким направлениям. Проанализируем главные из них.

Потенциал циркулярной экономики как основы устойчивого будущего сельскохозяйственного производства широко обсуждается в глобальном контексте⁶ [3]. При этом часть исследователей концентрирует внимание на органическом сельском хозяйстве [4] и производстве органических продуктов как магистральном векторе управления отходами и развития циркулярной экономики в сельском хозяйстве, что, на наш взгляд, является не совсем оправданным, поскольку долгосрочную устойчивость поставок продовольствия способны гарантировать только интенсивные сельскохозяйственные системы. Наибольшее значение имеет изучение тех возможностей, которые открываются перед интенсивным сельскохозяйственным производством при внедрении циркулярных моделей. Однако в исследовательском дискурсе эта тематика еще довольно молода [5].

Значительный пласт публикаций посвящен техническим и технологическим аспектам развития циркулярной экономики в сельском хозяйстве, анализу различных технологий переработки сельскохозяйственных отходов [6] с целью повторного использования [7] и создания дополнительной ценности⁷ [8]. К этому направлению можно также отнести исследования в области «умных» цифровых технологий [9], например точного земледелия, позволяющих оптимизировать использование

⁴ Федеральный проект «Экономика замкнутого цикла» [Электронный ресурс]. URL: <https://re.o.ru/ezc> (дата обращения: 12.04.2024).

⁵ MacArthur E. Towards the Circular Economy Vol. 2: Opportunities for the Consumer Goods Sector [Электронный ресурс] // Ellen MacArthur Foundation. 2013. URL: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-2-opportunities-for-the-consumer-goods> ; MacArthur E. Achieving 'Growth Within' [Электронный ресурс] // Ellen MacArthur Foundation. 2017. URL: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/achieving-growth-within> ; MacArthur E. Completing the Picture: How the Circular Economy Tackles Climate Change [Электронный ресурс] // Ellen MacArthur Foundation. 2019. URL: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/videos/completing-the-picture-how-the-circular-economy-tackles-climate-change> (дата обращения: 12.04.2024).

⁶ Nazir S., Capocchi A. Systematic Literature Review of Circular Economy and Sustainable Development // Sustainability Reporting Practices and the Circular Economy. Palgrave Macmillan, Cham, 2024. Pp. 15–81. https://doi.org/10.1007/978-3-031-51845-4_2

⁷ Tom T., Eswara Reddy E. Value-Added Products from Agricultural Waste // Business Resilience and Digital Technology in the Post-Pandemic Era / eds. by J. K. P. Mukthar [et al.]. Springer, Cham, 2024. Pp. 77–85. https://doi.org/10.1007/978-3-031-48075-1_7



ресурсов и минимизировать воздействие на окружающую среду⁸. Эволюция тематических исследований в последние годы демонстрирует постепенное смещение от производственного тематического фокуса к более широкому взгляду, интегрирующему в некоторых случаях вопросы циркулярных технологических и организационных инноваций, институциональной поддержки развития циркулярного агропроизводства [10], а также социальные и культурные вопросы [11]. Значительное количество проведенных зарубежных исследований базируется на различных методологиях и характеризуется разнообразным масштабом объектов анализа на уровне стран, регионов и предприятий, что значительно усложняет их сравнение. Экспоненциальный рост публикаций в области синтеза различных аспектов развития циркулярного сельского хозяйства в последние несколько лет происходит благодаря китайским ученым. Отечественные исследования в этом направлении пока не так обширны [12–17].

Таким образом, в научно-исследовательском поле «циркулярное сельское хозяйство» продолжает оставаться довольно неоднозначным понятием, включающим несколько трактовок его сущности и возможных решений, в том числе масштабы замыкания циклов, последствия для различных акторов, актуализируя адаптацию теоретической базы к сфере сельского хозяйства с учетом специфики аграрного сектора.

Материалы и методы. Исследование проводилось в три этапа. На первом этапе на основе критического обзора литературы, осуществленного по базам данных научно-информационной сети ResearchGate, научно-электронной библиотеки eLibrary.ru была проведена концептуализация понятия циркулярного сельскохозяйственного производства, определены основные принципы этой модели, а также выгоды и издержки циркулярного перехода в сельском хозяйстве.

На втором этапе на основе официальных статистических данных, собранных из различных источников, были описаны специфические характеристики сельскохозяйственного производства в Краснодарском крае, детерминирующие приоритетность реализации циркулярных практик в регионе.

На третьем этапе были проанализированы основные нормативные и программные документы, определяющие новые институциональные условия развития экономики замкнутого цикла в аграрном производстве, в том числе для валоризации сельскохозяйственных отходов, и конкретизированы перспективы дальнейших исследований.

В качестве эмпирических методов исследования использовались метод традиционного анализа документов, устанавливающих приоритеты и задачи развития экономики замкнутого цикла, а также официальных данных Федеральной службы государственной статистики.

Результаты исследования. Проведенный нами обзор зарубежной и отечественной литературы по теме исследования подтвердил первоначальную гипотезу о том, что, хотя общая предпосылка концепта циркулярного сельского

⁸ Responsible Business and Sustainable Development: The Use of Data and Metrics in the Global South / eds. by D. Mhlanga, M. Dzingirai. 1st ed. Routledge, 2024. <https://doi.org/10.4324/9781032712246> ; Труфляк Е. В., Курченко Н. Ю., Креймер А. С. Мониторинг и прогнозирование в области точного сельского хозяйства по итогам 2021 г. : моногр. Краснодар : КубГАУ, 2022. 210 с.



хозяйства заключается в переходе от традиционной модели «взять – произвести – потребить – выбросить» к модели, минимизирующей количество внешних ресурсов для сельскохозяйственного производства, создание концептуальных механизмов циркулярной экономики в отношении сельскохозяйственного производства далеко не завершено. Большинство публикаций, посвященных экономике замкнутого цикла в сельском хозяйстве, представляют собой специальные тематические исследования, касающиеся отдельных аспектов проблематики и имеющие определенные ограничения. Разработка же теоретической основы, которая может быть использована на практике, остается вне научного фокуса.

Базисом для экономики замкнутого цикла в сельском хозяйстве являются концепции оценки жизненного цикла и экоэффективности, ориентированные на минимизацию используемых ресурсов и сокращение количества отходов, но не выходящими за рамки линейного подхода. Отличием экономики замкнутого цикла является то, что все отходы рассматриваются как продуктивные ресурсы, используемые в промышленном симбиозе, при котором потоки энергии и/или материалов одного предприятия или процесса могут быть использованы другим предприятием или в другом процессе [18]. Формирующаяся при этом сложная сеть создания стоимости определяет операционную и стратегическую взаимозависимость между ее участниками, а также необходимость координации [19]. Так, например, деятельность по производству биогаза охватывает не только несколько звеньев цепочки создания стоимости, но и несколько секторов, а также управленческих уровней [20].

Достаточно часто в публикациях по экономике замкнутого цикла в сельском хозяйстве понятия «биоэкономика» и «циркулярная экономика» используются как синонимы. Принципиальные отличия в терминологии, на наш взгляд, заключаются в том, что целью биоэкономики является «переход от ископаемого топлива к органическим энергетическим ресурсам» [21; 22], в то время как экономика замкнутого цикла является более широким понятием, включающим принцип перехода к возобновляемым ресурсам, но подразумевающее также более эффективное управление техническими (небиологическими) циклами.

Принципы экономики замкнутого цикла в сельскохозяйственном производстве, которые выделяются в настоящее время, можно обозначить следующим образом: защита и восстановление агроэкосистем, минимизация образования отходов и их валоризация, переработка побочных продуктов с максимальным извлечением полезных свойств [23], сокращение энергопотребления при производстве сельскохозяйственной продукции, в том числе на основе использования возобновляемых источников энергии, адаптация к местной специфике, оптимизация распределения ресурсов и т. д. [24]. Представляется, что для внедрения этих принципов в практику должны быть созданы институциональные условия, стимулирующие поиск новых управленческих решений, ориентированных на рост добавленной стоимости в сельскохозяйственном производстве, увеличение ценности отходов как ресурсов и общую координацию деятельности.

Не приуменьшая значимости технологических изменений в новых сельскохозяйственных практиках и методах ведения хозяйства, подчеркиваем,



что социальные и институциональные изменения, включающие новые правила и стандарты, новые бизнес-модели и ценовые механизмы, новые типы кооперации и отношений «производитель – потребитель» являются основой для устойчивого внедрения технологических циркулярных инноваций. Основная задача управления циркулярным переходом в сельскохозяйственном производстве состоит в том, чтобы максимально оптимизировать этот процесс, протекающий в рамках линейной институциональной матрицы.

Специфические характеристики сельскохозяйственного производства формируют как ограничения, так и преимущества внедрения циркулярных моделей в этой отрасли экономики. Так, неоднородность и небольшой срок годности сельскохозяйственных продуктов, территориальные различия в их объемах и качестве, сезонность производства, зависимость от природных процессов и количество производственных циклов делают сложной задачу создания стоимости или повышения ценности сельскохозяйственных отходов или побочных продуктов [25].

Тесная связь сельского хозяйства с природной средой, значительный потенциал для переработки материалов природных экосистем, возможность формирования между различными сельскохозяйственными секторами полноценной циркулярной сети для обмена ресурсами и производства новых продуктов, интеграция во всю систему круговорота материалов и энергии упрощают формирование замкнутых циклов с технологической точки зрения.

Основные возможные выгоды и издержки от внедрения циркулярных моделей в сельскохозяйственном производстве систематизированы в таблице 1.

Рассмотрим некоторые перспективы внедрения экономики замкнутого цикла на примере Краснодарского края.

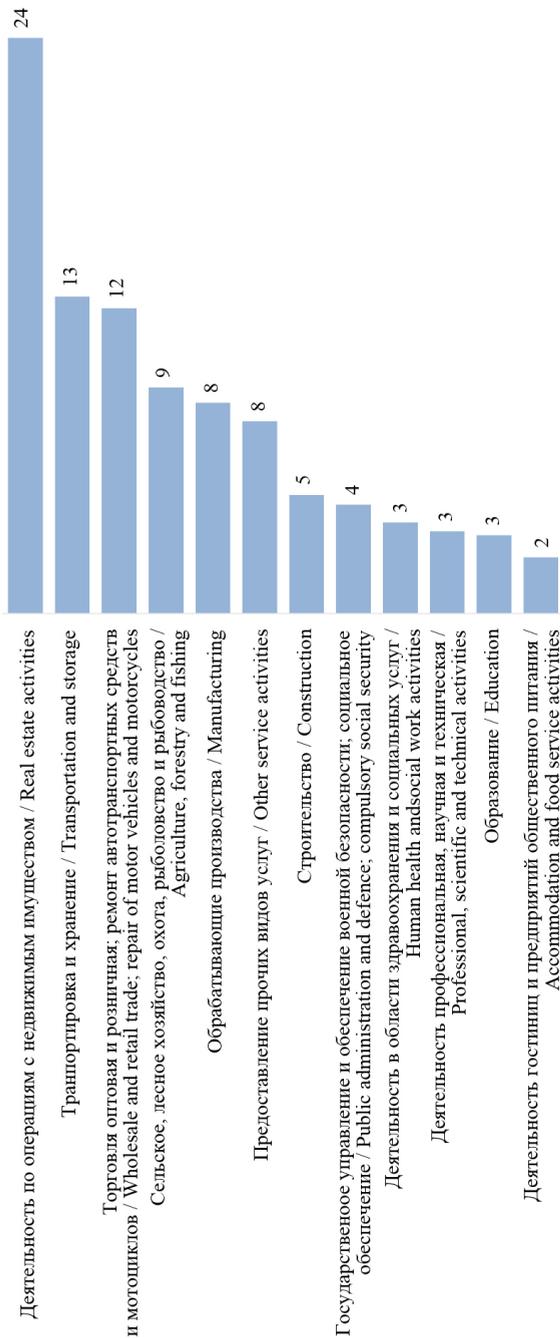
Краснодарский край – один из самых аграрных регионов нашей страны (рис. 1), занимающий первое место в Российской Федерации по производству сельскохозяйственной продукции с устойчивой динамикой роста индекса сельскохозяйственного производства, при этом большая часть продукции сельского хозяйства производится средними и крупными сельскохозяйственными организациями. Земли сельскохозяйственного назначения занимают 62 % всей площади края, а доля сельского населения составляет около 43 % от общей численности населения (при среднем показателе по стране 26 %).

При этом существует значительная неравномерность в развитии растениеводства и животноводства между районами края, определяющая неравномерность образования различных отходов. Аграрная специализация особенно выражена в северной экономической зоне (Кущевский, Крыловский, Павловский, Староминский, Ленинградский, Каневской, Щербиновский и Ейский районы), обладающей значительным экономическим потенциалом переработки побочных продуктов сельскохозяйственного производства. Так, по экспертным оценкам, только производство тепловой энергии из отходов производства зерна в Краснодарском крае способно обеспечить около 60 % энергопотребности в жилом секторе региона и уменьшить потребление традиционных энергоресурсов, что особенно актуально в связи с текущим региональным энергодефицитом [26].

Т а б л и ц а 1. **Выгоды и издержки внедрения циркулярных моделей в сельском хозяйстве⁹**Table 1. **Benefits and costs of circular models in agriculture**

Выгоды / Benefits	Издержки / Costs
<i>Краткосрочная перспектива / Short term</i>	
Уменьшение затрат на используемые в сельскохозяйственном и смежных секторах ресурсы, снижение себестоимости производимой продукции / Reducing the cost of inputs used in agricultural and related sectors, reducing the production cost	Необходимость первоначальных инвестиций в технологии, в некоторых случаях значительных, что может негативно повлиять на финансовую ликвидность предприятий / The need for initial investment in technology, in some cases significant. This may negatively affect the financial liquidity of enterprises
Повышение эффективности сельскохозяйственного производства, снижение эксплуатационных расходов / Increasing the efficiency of agricultural production, reducing operating costs	Сложности адаптации к новым технологиям в переходном периоде, риски временного снижения производительности на начальных этапах / Difficulties in adapting to new technologies in the transition period, risks of a temporary decrease in productivity in the initial stages
Создание возможностей для трудоустройства и новых рабочих мест / Creation of employment opportunities and new jobs	Необходимость в инвестициях в инфраструктуру и затраты на изменение логистики / The need for investment in infrastructure and the costs of changing logistics
Увеличение конкурентных преимуществ, повышение эффективности использования ресурсов и рабочих мест, развитие навыков и знаний работников / Increasing competitive advantages, increasing the efficiency of using resources and jobs, developing the skills and knowledge of employees	Необходимость государственного субсидирования на этапе становления циркулярных агростартапов для выхода на коммерческую эффективность и преодоления «долины смерти» / The need for state subsidies of circular agricultural startups to achieve commercial efficiency and overcome the “valley of death”
<i>Долгосрочная перспектива / Long-term</i>	
Минимизация воздействия на окружающую среду, сохранение агроэкосистем / Minimizing environmental impact, preserving agrarian ecological systems	Эффекты «отскока», связанные с возможным увеличением воздействия на окружающую среду отрасли переработки [27] / Rebound effects increase environmental impacts of the recycling industry
Минимизация негативных экстерналий сельскохозяйственного производства, проявление позитивных экстерналий эффектов, связанных с формированием межотраслевых устойчивых цепочек поставок / Minimizing negative external effects of agricultural production; manifestation of positive external effects due to the inter-industry sustainable supply chains	

⁹ Здесь и далее в статье таблицы составлены авторами по материалам проведенного исследования.

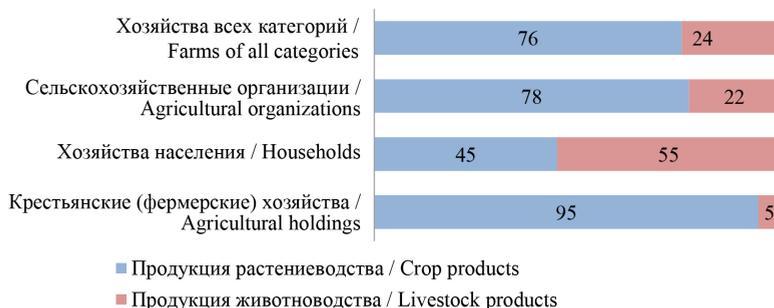


* Представляет собой суммы следующих показателей: предоставление прочих видов услуг; добыча полезных ископаемых; обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха; водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизация отходов, деятельность по ликвидации загрязнений; деятельность в области информации и связи; деятельность финансовая и страховая; деятельность административная и сопутствующие дополнительные услуги; деятельность в области культуры, спорта, организации досуга и развлечений; деятельность домашних хозяйств как работодателей; недифференцированная деятельность частных домашних хозяйств по производству товаров и оказанию услуг для собственного потребления / Represents the sums of the following indicators: other service activities; mining and quarrying; electricity, gas, steam and air conditioning supply; water supply; sewerage, waste management and remediation activities; information and communication; financial and insurance activities; administrative and support service activities; arts, entertainment and recreation; activities of households as employers; undifferentiated goods- and services-producing activities of households for own use.

Р и с. 1. Структура валового регионального продукта Краснодарского края по отраслям экономики (в текущих основных ценах), %¹⁰
 Fig. 1. Structure of the gross regional product in Krasnodar Territory by economic sector (in current basic prices), %

¹⁰ Валовой региональный продукт. Произведенный ВВП [Электронный ресурс]. URL: https://23.rosstat.gov.ru/VRP_kk (дата обращения: 07.04.2024).

Структура производимой в регионе продукции сельского хозяйства представлена на рисунке 2.



Р и с. 2. Удельный вес продукции растениеводства и животноводства в продукции сельского хозяйства Краснодарского края, %¹¹

F i g. 2. Share of crop and livestock products in Krasnodar Territory agricultural output, %

Кроме того, перспективным с экономической точки зрения является использование отходов в качестве источника ценных материалов, востребованных на рынке. Так, Краснодарский край, являющийся ключевым рисосеющим регионом, производящим около миллиона тонн риса ежегодно, сталкивается с проблемой утилизации отходов рисовой лузги, объем которой равен примерно 20–25 % от объема производимого риса. При этом высокое содержание кремния в рисовой лузге, с одной стороны, затрудняет ее утилизацию, с другой – дает возможность извлечения диоксида кремния, ценного вещества, широко используемого в различных отраслях промышленности, фармацевтической отрасли и сельском хозяйстве. По некоторым оценкам, производство аморфного диоксида кремния из рисовой лузги способно заменить его добычу из неорганических источников [28]. Инвестиционный проект по строительству завода по производству аморфного диоксида кремния и углерода из рисовой лузги, суммарная мощность производства которого планируется на уровне 2 500 т в год, уже реализуется в настоящее время в Северском районе Краснодарского края. Данный пример ярко иллюстрирует позитивные эффекты экономики замкнутого цикла: социальные (создание новых рабочих мест на сельских территориях), экологические (сокращение воздействия на окружающую среду) и экономические (получение ценного сырья).

Задачи развития экономики замкнутого цикла в сельскохозяйственном производстве Краснодарского края тесно коррелируют со стратегическими целями регионального развития, определенными в Стратегии социально-экономического развития Краснодарского края до 2030 г.: формирование «умного и экологизированного АПК», «эффективного, рационального и диверсифицированного сельскохозяйственного производства», «конкурентоспособных, брендированных, экологически чистых, высококачественных продуктов питания»¹².

¹¹ Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации 2023 [Электронный ресурс] / Росстат. М., 2023. С. 327. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region_Sub_2023.pdf (дата обращения: 07.04.2024).

¹² О Стратегии социально-экономического развития Краснодарского края до 2030 года [Электронный ресурс] : закон Краснодарского края от 21 дек. 2018 г. № 3930-КЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/550301926> (дата обращения: 17.05.2024).



Достижение обозначенных стратегических целей подкрепляется изменениями, происходящими на политико-управленческом и нормативно-законодательном уровне и актуализирующими внедрение циркулярных практик и валоризации сельскохозяйственных отходов.

В таблице 2 представлены механизмы управления, формирующие институциональный ландшафт циркулярного перехода в сельскохозяйственном производстве Краснодарского края.

Т а б л и ц а 2. Механизмы управления циркулярным переходом в сельскохозяйственном производстве Краснодарского края

Table 2. Mechanisms for managing circular transition in agricultural production in Krasnodar Territory

Вид механизма / Type of mechanism	Содержание / Contents	Статус / Status
1	2	3
Политико-управленческий / Political and managerial	Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» ¹³ , определяющий задачи и целевые показатели по формированию экономики замкнутого цикла / Decree of the President of the Russian Federation of May 5, 2024 No. 309 “On the national development goals of the Russian Federation for the period until 2030 and for the future until 2036”, which defines the tasks and targets for the formation of a circular economy	Функционирует / Functions
	Стратегия социально-экономического развития Краснодарского края до 2030 г. ¹⁴ , устанавливающая приоритеты в области экологизации сельского хозяйства / Strategy for socio-economic development of Krasnodar Territory until 2030, setting priorities in green agriculture	Функционирует / Functions
Нормативно-правовой / Regulatory	Федеральный закон «Об экономике замкнутого цикла» / Federal Law “On the Circular Economy”	Разрабатывается / Under development
	Федеральный закон от 14 июля 2022 г. № 248-ФЗ «О побочных продуктах животноводства и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» ¹⁵ , регулирующий и регламентирующий вопросы обращения с отходами и побочными продуктами животноводства / Federal Law of July 14, 2022 No. 248-FZ “On livestock by-products and on amendments to certain legislative acts of the Russian Federation”, regulating managing the waste and livestock by-products	Функционирует / Functions

¹³ О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года [Электронный ресурс] : указ Президента Рос. Федерации от 7 мая 2024 г. № 309. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202405070015> (дата обращения: 17.05.2024).

¹⁴ О Стратегии социально-экономического развития Краснодарского края до 2030 года...

¹⁵ О побочных продуктах животноводства и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации [Электронный ресурс] : федер. закон Рос. Федерации от 14 июля 2022 г. № 248-ФЗ. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202207140005> (дата обращения: 17.05.2024).



Продолжение табл. 2 / Continuation of table 2

1	2	3
	Закон Краснодарского края от 23 дек. 2020 г. № 4394-КЗ «О внесении изменений в Закон Краснодарского края “Об обеспечении плодородия земель сельскохозяйственного назначения на территории Краснодарского края”» ¹⁶ , устанавливающий обязанности собственников земельных участков, землепользователей, землевладельцев и арендаторов обеспечивать воспроизводство плодородия земель сельскохозяйственного назначения / Krasnodar Territory Law of December 23, 2020 No. 4394-KZ “On amendments to the Krasnodar Territory Law “On ensuring the fertility of agricultural lands in Krasnodar Territory”, establishing the obligations of land owners, land users, and tenants to ensure the reproduction of the fertility of agricultural lands	Функционирует / Functions
	Закон Краснодарского края от 7 июня 2004 г. № 723-КЗ «Об использовании возобновляемых источников энергии в Краснодарском крае» (с изм. на 5 дек. 2023 г.) ¹⁷ , регулирующий в том числе использование биомассы как потенциального источника возобновляемой энергии / Krasnodar Territory Law of June 7, 2004 No. 723-KZ “On the use of renewable energy sources in Krasnodar Territory” (as amended on December 5, 2023), regulating the use, including biomass as a potential source of renewable energy	Функционирует / Functions
	Закон Краснодарского края от 5 июля 2019 г. № 4077-КЗ «О развитии производства органической продукции на территории Краснодарского края» (с изм. на 23 дек. 2022 г.) ¹⁸ , регулирующий отношения в области производства органической продукции, сохранения агроэкосистем, использование органических удобрений для поддержания почвенного плодородия / Krasnodar Territory Law of July 5, 2019 No. 4077-KZ “On the development of the production of organic products in Krasnodar Territory” (as amended on December 23, 2022), regulating organic production, conservation of agroecosystems, and the use of organic fertilizers to maintain soil fertility	Функционирует / Functions
Информационные / Information	Межгосударственные и национальные стандарты, информационно-технические справочники в части технологий по утилизации побочных продуктов растениеводства и животноводства / Interstate and national standards, best available techniques reference documents regarding utilization of crop and livestock by-products Федеральная государственная информационная система обращения с отходами / Federal State Information System for Waste Management	Функционируют / актуализируются / разрабатываются / Functions / updated / under development Разрабатывается / Under development

¹⁶ О внесении изменений в Закон Краснодарского края «Об обеспечении плодородия земель сельскохозяйственного назначения на территории Краснодарского края [Электронный ресурс] : закон Краснодарского края от 23 дек. 2020 г. № 4394-КЗ. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/2300202012290018?index=1> (дата обращения: 17.05.2024).

¹⁷ Об использовании возобновляемых источников энергии в Краснодарском крае [Электронный ресурс] : закон Краснодарского края от 7 июня 2004 г. № 723-КЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/461607253> (дата обращения: 17.05.2024).

¹⁸ О развитии производства органической продукции на территории Краснодарского края [Электронный ресурс] : закон Краснодарского края от 5 июля 2019 г. № 4077-КЗ. URL: <https://docs.cntd.ru/document/553389274> (дата обращения: 17.05.2024).



Окончание табл. 2 / End of table 2

1	2	3
	Альбом типовых технических решений и технологий для увеличения глубины переработки органических отходов / Album of standard technical solutions and technologies for increasing the depth of organic waste processing	Разрабатывается / Under development
	Система мониторинга и анализа данных в сфере обращения с вторичными ресурсами / вторичным сырьем в сельском хозяйстве / Monitoring and analyzing data system for secondary resources/secondary raw materials in agriculture	Разрабатывается / Under development
Финансовые / Financial	Меры экономического стимулирования развития инфраструктуры утилизации отходов, образованных в сельском хозяйстве, по переработке побочных продуктов животноводства, а также производству органических удобрений и агрохимикатов из побочных продуктов животноводства, производству кормов и биодобавок / Measures for economic incentives for the development of infrastructure for the disposal of waste generated in agriculture, the processing of livestock by-products, as well as the production of organic fertilizers and agrochemicals from livestock by-products, the production of feed and dietary supplements	Разрабатываются / Under development
Инфраструктурные / Infrastructure	Экотехнопарк / EcoTechnoPark	Планируется к разработке / Planned for development
Гибридные / Hybrid	Федеральный проект «Экономика замкнутого цикла» / Federal project “Circular Economy”	Функционирует / Functions
	Отраслевая программа «Применение вторичных ресурсов и вторичного сырья из отходов в сфере сельского хозяйства на 2022–2030 годы» ¹⁹ / Industry program “Use of secondary resources and secondary raw materials from waste in agriculture for 2022–2030”	Функционирует / Functions

Проведенный анализ демонстрирует развитие в настоящее время в большей степени политико-управленческих и нормативно-правовых стимулов в системе управления формированием циркулярного сельскохозяйственного производства. Для достижения декларируемой цели – повышения доли использования отходов в общем объеме образованных отходов сельского хозяйства до 50 % к 2030 г. – необходимо, на наш взгляд, активно развивать финансовые, информационные и коллаборативные механизмы, в том числе механизмы стимулирования развития инфраструктуры, финансирование НИОКР по данной проблематике, реализацию пилотных проектов для апробирования различных технологий переработки.

Обсуждение и заключение. Институциональный каркас развития экономики замкнутого цикла в сельском хозяйстве нашей страны находится на начальном этапе формирования и определяется рамками уже действующих политико-управленческих и нормативно-правовых, а также разрабатываемых и планируемых к потенциальному внедрению отдельных финансовых, информационных

¹⁹ Отраслевая программа «Применение вторичных ресурсов и вторичного сырья из отходов в сфере сельского хозяйства на 2022–2030 годы» [Электронный ресурс]. URL: <https://mex.gov.ru/ministry/departments/departament-zhivotnovodstva-i-plemennogo-dela/industry-information/info-traslevaya-programma-primenenie-vtorichnykh-resursov-i-vtorichnogo-syrya-iz-otkhodov-v-sfere-selsko/> (дата обращения: 17.05.2024).



и инфраструктурных механизмов. В то же время специфические особенности сельскохозяйственного производства, к которым относятся существенные внутриотраслевые различия (например, между содержанием производственных процессов в отраслевом разрезе, между доступом к передовым технологиям, между крупными и мелкими сельхозпроизводителями, между природными и географическими условиями размещения сельхозпредприятий), отсутствие стандартизированных методов измерения циркулярности и ее эффективности, потенциальная неконгруэнтность издержек и выгод от внедрения циркулярных практик различными сельскохозяйственными предприятиями и связанными с ними экономическими субъектами, требуют более детального и глубокого институционального проектирования системы внедрения экономики замкнутого цикла в сельскохозяйственной отрасли с учетом регионального контекста.

Представляется, что в целом система институтов, обеспечивающая продвижение циркулярных практик в сельскохозяйственном производстве, должна:

- выявлять и поддерживать циркулярные инициативы хозяйствующих субъектов, которые могут быть масштабированы в конкретном региональном контексте;
- определять и закреплять наиболее эффективные нормативные, бюджетные, налоговые, информационные, инфраструктурные механизмы;
- создавать условия для научно-технических решений под конкретные запросы сельхозпроизводителей;
- создавать условия для формирования сетей сотрудничества и партнерства между всеми заинтересованными сторонами, в том числе с использованием цифровых технологий.

Поскольку циркулярное сельское хозяйство можно рассматривать как сложную систему, соединяющую различные заинтересованные стороны, материальные, информационные и энергетические потоки, то для будущих исследований важное значение имеет выявление причинно-следственных связей между факторами влияния на развитие циркулярных практик в сельскохозяйственном производстве, между основными стейкхолдерами, межотраслевыми и внеотраслевыми мерами, а также обоснование перспективных бизнес-моделей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ghisellini P., Cialani C., Ulgiati S. A Review on Circular Economy: The Expected Transition to a Balanced Interplay of Environmental and Economic Systems // *Journal of Cleaner Production*. 2016. Vol. 114. Pp. 11–32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
2. Рыбасова Ю. В., Чередниченко О. А. Модели замкнутого цикла в аграрном секторе экономики: от теории к практике // *Вестник НГИЭИ*. 2016. № 11 (66). С. 99–108. URL: https://vestnik.ngiei.ru/?page_id=1432 (дата обращения: 12.04.2024).
3. Кузнецова Н. А. Циркулярная экономика: основные элементы и возможности // *Экономика высокотехнологичных производств*. 2023. Т. 4, № 2. С. 121–132. <https://doi.org/10.18334/evp.4.2.117359>
4. Circular Economy in Agriculture: Unleashing the Potential of Integrated Organic Farming for Food Security and Sustainable Development / T. Selvan [et al.]. // *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2023. Vol. 7. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1170380>
5. Identification of Opportunities for Applying the Circular Economy to Intensive Agriculture in Almeria (South-East Spain) / J. A. Aznar-Sánchez [et al.] // *Agronomy*. 2020. Vol. 10. Article no. 1499. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101499>



6. Агапкин А. М., Махотина И. А. Переработка сельскохозяйственных отходов: рынок органических удобрений и производство органических пищевых продуктов // Хранение и переработка сельхозсырья. 2021. № 3. С. 212–225. <https://doi.org/10.36107/spfp.2021.221>
7. Value-added Products as Soil Conditioners for Sustainable Agriculture / M. Babla [et al.] // Resources, Conservation and Recycling. 2022. Vol. 178. Article no. 106079. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.106079>
8. Hsu E. Cost-benefit Analysis for Recycling of Agricultural Wastes in Taiwan // Waste Management. 2021. Vol. 120. Pp. 424–432. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2020.09.051>
9. Макрак С. SMART-система управления материальными ресурсами в условиях развития циркулярной аграрной экономики в Республике Беларусь // Наука и инновации. 2020. № 7 (209). С. 73–78. URL: <http://innosfera.by/files/2020/8.pdf> (дата обращения: 17.04.2024).
10. Determining the Transformative Potential of Circular Agriculture Initiatives / J. Silvius [et al.] // Ambio. 2023. Vol. 52. Pp. 1968–1980. <https://doi.org/10.1007/s13280-023-01894-5>
11. Чупин А. Л., Мизинцева М. Ф., Чупина Ж. С. Формирование экономики замкнутого цикла: теория социальной экономики, ее потенциал и проблемы // Вестник евразийской науки. 2023. Т. 15, № 6. URL: <https://esj.today/PDF/63ECVN623.pdf> (дата обращения: 12.02.2024).
12. Валеева Ю. С., Гарипова Г. Р., Галимова Э. И. Практика внедрения принципов и механизмов циркулярной экономики в агропромышленном комплексе // Вестник НГИЭИ. 2023. № 7 (146). С. 72–89. URL: http://vestnik.ngiei.ru/?page_id=2265 (дата обращения: 12.04.2024).
13. Bukhtiyarova T.I., Baturina I.N., Kutenina I.A. Convergent Approach to the Formation of Regional Agricultural Ecosystem // Вестник ВГУ. Сер.: Экономика и управление. 2023. № 3. С. 33–45. <https://doi.org/10.17308/econ.2023.3/11378>
14. Джандарова Л. Х. Применение бизнес-моделей циркулярной экономики в сельском хозяйстве // Журнал прикладных исследований. 2022. № 12. С. 57–61. https://doi.org/10.47576/2712-7516_2022_12_57
15. Бекмурзаева Р. Х., Джандарова Л. Х. Система показателей оценки эффективности стратегий экономики замкнутого цикла в аграрном секторе // Индустриальная экономика. 2021. № 5-3. С. 277–281. https://doi.org/10.47576/2712-7559_2021_5_3_277
16. Институциональные условия решения проблем в сфере обращения с отходами производства и потребления / Л. А. Мочалова [и др.] // Управление техносферой. 2020. Т. 3, вып. 2. С. 159–179. <https://doi.org/10.34828/UdsU.2020.85.39.001>
17. Никонцев О. Е. Модель устойчивого развития АПК // Вестник НГИЭИ. 2023. № 6 (145). С. 116–128. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/model-ustoychivogo-razvitiya-apk> (дата обращения: 17.08.2024).
18. Концептуальные подходы к развитию сельскохозяйственной отрасли в свете экономики замкнутого цикла / Н. А. Проданова [и др.] // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2021. Т. 13, № 3. С. 321–331. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2021-13-3-321-331>
19. Макаренко Е. Н., Тяглов С. Г., Шевелева А. В. Вовлечение в хозяйственный оборот отходов производства: российский и европейский опыт // Регионология. 2023. Т. 31, № 2. С. 313–334. <https://doi.org/10.15507/2413-1407.123.031.202302.313-334>
20. Agricultural Biogas Plants as a Hub to Foster Circular Economy and Bioenergy: An Assessment Using Substance and Energy Flow Analysis / V. Burg [et al.] // Resources, Conservation and Recycling. 2023. Vol. 190. Article no. 106770. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106770>
21. Spanish Strategy on Bioeconomy: Towards a Knowledge Based Sustainable Innovation / M. Lainez [et al.] // New Biotechnology. 2017. Vol. 40, part A. Pp. 87–95. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.05.006>
22. Бобылев С. Н., Михайлова С. Ю., Кирюшин П. А. Биоэкономика: проблемы становления // Экономика. Налоги. Право. 2014. № 6. С. 20–25. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bioekonomika-problemy-stanovleniya.pdf> (дата обращения: 12.04.2024).
23. Фисунова Л. В., Вишневецкая А. В. Анализ возможностей утилизации и переработки сельскохозяйственных отходов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 5 (97). С. 232–236. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vozmozhnostey-utilizatsii-i-pererabotki-selskokozyaystvennyh-othodov> (дата обращения: 12.04.2024).



24. Circular Economy Implementation in the Agricultural Sector: Definition, Strategies and Indicators / J. F. Velasco-Muñoz [et al.] // *Resources, Conservation and Recycling*. 2021. Vol. 170. Article no. 105618. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105618>
25. Donner M., de Vries H. How to Innovate Business Models for a Circular Bio-Economy? // *Business Strategy and the Environment*. 2021. Vol. 30, issue 4. Pp. 1932–1947. <https://doi.org/10.1002/bse.2725>
26. Андреев Т. И., Киселева С. В., Рафикова Ю. Ю. Отходы зерновых Краснодарского края как местный ресурс тепловой энергии // *Вестник Российского университета дружбы народов. Сер.: Экология и безопасность жизнедеятельности*. 2022. Т. 30, № 4. С. 511–523. <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2022-30-4-511-523>
27. Zink T., Geyer R. Circular Economy Rebound // *Journal of Industrial Ecology*. 2017. Vol. 21, issue 3. Pp. 593–602. <https://doi.org/10.1111/jiec.12545>
28. Нго Хонг Нгиа, Зенитова Л. А., Ле Куанг Зиен. Комплексная переработка отходов рисового производства с одновременным получением диоксида кремния, лигнина и целлюлозы // *Проблемы региональной экологии*. 2019. № 2. С. 5–11. <http://doi.org/10.24411/1728-323X-2019-12005>

REFERENCES

1. Ghisellini P., Cialani C., Ulgiati S. A Review on Circular Economy: The Expected Transition to a Balanced Interplay of Environmental and Economic Systems. *Journal of Cleaner Production*. 2016;114:11–32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
2. Rybasova Yu.V., Cherednichenko O.A. Models of the Closed Cycle in the Agrarian Economic Sector: From the Theory to Practice. *Bulletin NGIEI*. 2016;(11):99–108. (In Russ.) Available at: https://vestnik.ngiei.ru/?page_id=1432 (accessed 12.04.2024).
3. Kuznetsova N.A. Circular Economy: Basic Elements and Opportunities. *High-tech Enterprises Economy*. 2023;4(2):121–132. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.18334/evp.4.2.117359>
4. Selvan T., Panmei L., Murasing K.K., Guleria V., Ramesh K.R., Bhardwaj D.R., et al. Circular Economy in Agriculture: Unleashing the Potential of Integrated Organic Farming for Food Security and Sustainable Development. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2023;7. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1170380>
5. Aznar-Sánchez J.A., Velasco-Muñoz J.F., García-Arca D., López-Felices B. Identification of Opportunities for Applying the Circular Economy to Intensive Agriculture in Almería (South-East Spain). *Agronomy*. 2020;10:1499. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101499>
6. Agapkin A.M., Makhotina I.A. Agricultural Waste Processing: Organic Fertilizer Market and Organic Food Production. *Storage and Processing of Farm Products*. 2021;(3):212–225. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.36107/spfp.2021.221>
7. Babla M., Katwal U., Yong M.T., Jahandari S., Rahme M., Chen Z.H., Tao Z. Value-Added Products as Soil Conditioners for Sustainable Agriculture. *Resources, Conservation and Recycling*. 2022;178:106079. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.106079>
8. Hsu E. Cost-Benefit Analysis for Recycling of Agricultural Wastes in Taiwan. *Waste Management*. 2021;120:424–432. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2020.09.051>
9. Makrak S. Smart-system Management of Material Resources in Conditions of Circular Agricultural Economy Development in the Republic of Belarus. *The Science and Innovations*. 2020;(7):73–78. (In Russ., abstract in Eng.) Available at: <http://innosfera.by/files/2020/8.pdf> (accessed 17.04.2024).
10. Silvius J., Hoogstra A.G., Candel J.J.L., et al. Determining the Transformative Potential of Circular Agriculture Initiatives. *Ambio*. 2023;52:1968–1980. <https://doi.org/10.1007/s13280-023-01894-5>
11. Chupina A.L., Mizintceva M.F., Chupina Zh.S. Building a Circular Economy: Social Economy Theory, its Potential and Challenges. *The Eurasian Scientific Journal*. 2023;15(6). (In Russ., abstract in Eng.) Available at: <https://esj.today/PDF/63ECVN623.pdf> (accessed 12.02.2024).



12. Valeeva Yu.S., Galimova E.I., Garipova G.R. Implementation of the Principles and Mechanisms of the Circular Economy in the Agro-Industrial Complex. *Bulletin NGIEI*. 2023;(7):72–89. (In Russ.) Available at: http://vestnik.ngieci.ru/?page_id=2265 (accessed 12.04.2024).
13. Bukhtiyarova T.I., Baturina I.N., Kutenina I.A. Convergent Approach to the Formation of Regional Agricultural Ecosystem. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Economics and Management*. 2023;(3):33–45. <https://doi.org/10.17308/econ.2023.3/11378>
14. Dzhandarova L.K. Application of Circular Economy Business Models in Agriculture. *The Journal of Applied Research*. 2022;(12):57–61. (In Russ., abstract in Eng.) https://doi.org/10.47576/2712-7516_2022_12_57
15. Bekmurzaeva R.Kh., Dzhandarova L.Kh. The System of Indicators for Assessing the Effectiveness of Strategies of the Circular Economy in the Agricultural Sector. *Industrial Economics*. 2021;(5-3):277–281. (In Russ., abstract in Eng.) https://doi.org/10.47576/2712-7559_2021_5_3_277
16. Mochalova L.A., Sokolova O.G., Polezhaeva M.V., Grinenko D.A. Institutional Conditions for Solving Problems in the Field of Waste Management of Production and Consumption. *Upravlenie tekhnosferoy*. 2020;3(2):159–179. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.34828/UdSU.2020.85.39.001>
17. Nikonets O.E. The Model of Sustainable Development of the Agro-Industrial Complex. *Bulletin of NGIEI*. 2023;(6):116–128. (In Russ.) Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/model-ustoychivogo-razvitiya-apk> (accessed 17.08.2024).
18. Prodanova N.A., Savin A.A., Kosnikov S.N., Sorgutov I.V. Conceptual Approaches to the Development of the Agricultural Sector in Terms of the Closed-Cycle Economy. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021;13(3):321–331. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2021-13-3-321-331>
19. Makarenko E.N., Tyaglov S.G., Sheveleva A.V. Involvement in the Economic Circulation of Production Waste: Russian and European Experience. *Russian Journal of Regional Studies*. 2023;31(2):313–334. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.15507/2413-1407.123.031.202302.313-334>
20. Burg V., Rolli C., Schnorf V., Scharfy D., Anspach V., Bowman G. Agricultural Biogas Plants as a Hub to Foster Circular Economy and Bioenergy: An Assessment Using Substance and Energy Flow Analysis. *Resources, Conservation and Recycling*. 2023;190:106770. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106770>
21. Lainez M., González J.M., Aguilar A., Carmen V. Spanish Strategy on Bioeconomy: Towards a Knowledge Based Sustainable Innovation. *New Biotechnology*. 2017;40(A):87–95. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.05.006>
22. Bobylev S.N., Mikhailova S.Yu., Kiryushin P.A. Bio-Economics: Challenges of Development. *Ekonomika. Nalogi. Pravo*. 2014;(6):20–26. (In Russ.) Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/bioekonomika-problemy-stanovleniya.pdf> (accessed 12.04.2024).
23. Fisunova L.V., Vishnevskaya A.V. Analysis of the Possibilities of Utilization and Processing of Agricultural Waste. *Izvestiya Orenburg State Agrarian University*. 2022;(5):232–236. (In Russ., abstract in Eng.) Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-vozmozhnostey-utilizatsii-i-pererabotki-selskohozyaystvennyh-othodov> (accessed 12.04.2024).
24. Velasco-Muñoz J.F., Mendoza J.M.F., Aznar-Sánchez J.A., Gallego-Schmid A. Circular Economy Implementation in the Agricultural Sector: Definition, Strategies and Indicators. *Resources, Conservation and Recycling*. 2021;170:105618. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105618>
25. Donner M., de Vries H. How to Innovate Business Models for a Circular Bio-Economy? *Business Strategy and the Environment*. 2021;30(4):1932–1947. <https://doi.org/10.1002/bse.2725>
26. Andreenko T.I., Kiseleva S.V., Rafikova Yu.Yu. Cereals Waste in the Krasnodar Region as a Local Heat Energy Resource. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2022;30(4):511–523. (In Russ., abstract in Eng.) <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2022-30-4-511-523>
27. Zink T., Geyer R. Circular Economy Rebound. *Journal of Industrial Ecology*. 2017;21(3):593–602. <https://doi.org/10.1111/jiec.12545>
28. Ngoc Hong Ngia, Zenitova L.A., Le Kuang Zien. Complex Processing of Rice Production Waste with Simultaneous Production of Silicon Dioxide, Lignin and Cellulose. *Problems of Regional Ecology*. 2019;(2):5–11. (In Russ., abstract in Eng.) <http://doi.org/10.24411/1728-323X-2019-12005>

*Об авторах:*

Терешина Мария Валентиновна, доктор экономических наук, профессор кафедры государственной политики и публичного управления Кубанского государственного университета (350040, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8982-5831>, Researcher ID: U-2650-2019, Scopus ID: 57202647649, SPIN-код: 8105-7488, mwstepanova@mail.ru

Тяглов Сергей Гаврилович, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики региона, отраслей и предприятий Ростовского государственного экономического университета (344002, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, ул. Б. Садовая, д. 69), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8729-5117>, Researcher ID: AAA-9728-2021, Scopus ID: 57189035954, SPIN-код: 9777-9061, tyaglov-sg@rambler.ru

Атамась Евгения Владимировна, кандидат экономических наук, доцент кафедры государственной политики и публичного управления Кубанского государственного университета (350040, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Ставропольская, д. 149), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5652-5530>, Researcher ID: V-1246-2017, Scopus ID: 57220836449, SPIN-код: 8966-7038, eatamas@bk.ru

Заявленный вклад авторов:

М. В. Терешина – постановка проблемы исследования; анализ данных; подготовка текста статьи; формулирование результатов исследования и выводов.

С. Г. Тяглов – подготовка текста статьи; формулирование результатов исследования и выводов.

Е. В. Атамась – подготовка текста статьи; формулирование выводов; критический анализ и доработка текста.

Доступность данных и материалов. Наборы данных, использованные и/или проанализированные в ходе текущего исследования, можно получить у авторов по обоснованному запросу.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Поступила 27.05.2024; одобрена после рецензирования 18.07.2024; принята к публикации 12.09.2024.

About the authors:

Maria V. Tereshina, Dr.Sci. (Econ.), Associate Professor, Professor of the Chair of Public Policy and Public Administration, Kuban State University (149 Stavropolskaya St., Krasnodar 350040, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8982-5831>, Researcher ID: U-2650-2019, Scopus ID: 57202647649, SPIN-code: 8105-7488, mwstepanova@mail.ru

Sergey G. Tyaglov, Dr.Sci. (Econ.), Professor, Chair of Regional Economy, Industries and Enterprises, Rostov State University of Economics (69 Bolshaya Sadovaya St., Rostov-on-Don 344002, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8729-5117>, Researcher ID: AAA-9728-2021, Scopus ID: 57189035954, SPIN-code: 9777-9061, tyaglov-sg@rambler.ru

Evgeniya V. Atamas, Cand.Sci. (Econ.), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Public Policy and Public Administration, Kuban State University (149 Stavropolskaya St., Krasnodar 350040, Russian Federation), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5652-5530>, Researcher ID: V-1246-2017, Scopus ID: 57220836449, SPIN-code: 8966-7038, eatamas@bk.ru

Contribution of the authors:

M. V. Tereshina – statement of the research problem; data analysis; preparation of the text of the article; formulation of research results and conclusions.

S. G. Tyaglov – preparation of the text of the article; formulation of research results and conclusions.

E. V. Atamas – preparation of the text of the article; formulation of conclusions; critical analysis and revision of the text.

Availability of data and materials. The datasets used and/or analyzed during the current study are available from the authors on reasonable request.

The authors have read and approved the final manuscript.

Submitted 27.05.2024; revised 18.07.2024; accepted 12.09.2024.