

Научная статья

Original article

УДК 504.062

doi: 10.55186/2413046X_2025_10_4_101

ЦИКЛИЧЕСКАЯ ЭКОНОМИКА В АПК РЕГИОНА
CIRCULAR ECONOMY IN THE REGIONAL AGRICULTURAL INDUS-
TRY



Гайдук Владимир Иванович, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой институциональной экономики и инвестиционного менеджмента, ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет, (г. Краснодар, 350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13), e-mail: vi_gayduk@mail.ru

Линченко Владислав Владимирович, аспирант кафедры институциональной экономики и инвестиционного менеджмента, ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет, (г. Краснодар, 350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13), +79183216540, e-mail: xd1935@mail.ru

Gayduk Vladimir Ivanovich, Doctor of Economics, Professor Head of the Department Institutional Economics and Investment Management, Kuban State Agrarian University, (Krasnodar, 350044, Russia, Krasnodar, Kalinina str., 13), e-mail: vi_gayduk@mail.ru

Linchenko Vladislav Vladimirovich, Graduate student the Department Institutional Economics and Investment Management, Kuban State Agrarian University, (Krasnodar, 350044, Russia, Krasnodar, Kalinina str., 13), +79183216540, e-mail: xd1935@mail.ru

Аннотация. Мировой сельскохозяйственный сектор находится на переломном этапе, балансируя между поддержанием продовольственной безопасности и смягчением последствий эксплуатации окружающей среды. Экономика замкнутого цикла - модель, в которой приоритетом является эффективность использования ресурсов, сокращение отходов и рециркуляция.

Благодаря интеграции таких принципов, как рециркуляция, использование возобновляемых источников энергии и круговые цепочки, ограниченные ресурсы заменяются на полностью возобновляемые источники. Этот подход позволяет совместить экономическую жизнеспособность с экологической устойчивостью.

Abstract. The global agricultural sector is at a turning point, balancing between maintaining food security and mitigating the effects of environmental exploitation. The circular economy is a model in which the priority is resource efficiency, waste reduction and recycling.

By integrating such principles as recycling, the use of renewable energy sources and circular chains, limited resources are replaced by fully renewable sources. This approach allows combining economic viability with environmental sustainability.

Ключевые слова: циклическая экономика, АПК, Краснодарский край, рециркуляция сельскохозяйственной продукции

Keywords: circular economy, agro-industrial complex, Krasnodar Krai, recycling of agricultural products

Традиционные линейные методы ведения сельского хозяйства, характеризующиеся использованием добывающих ресурсов и образованием отходов, становятся все более неустойчивыми. Только в США в 2023 году сельское хозяйство и смежные отрасли принесли 1,537 триллиона долларов (5,5 % ВВП), в России этот показатель 3,9 % ВВП, однако в сфере АПК в США еже-

годно образуется 500 млн. тонн отходов, России этот показатель равен 770 млн. тонн (таблица 1).

Системы замкнутого цикла частично решают эту проблемы путем переработки отходов: например, 30 миллионов тонн навоза скота в год в США можно превратить в биогаз или органические удобрения, сократив потребность в синтетических компонентах и снизив эксплуатационные расходы. Аналогичным образом, переработка растительных остатков, таких как солома или виноградная выжимка, в биоуголь или корм для животных может уменьшить 50 миллионов тонн сельскохозяйственных отходов, образующихся в мире каждый год, повышая устойчивость и рентабельность.

Таблица 1 – Сравнение объемов отходов АПК и доли их переработки в России с другими странами [2]

Параметр	Россия	ЕС	США	Китай
Доля переработки	10%	70%	40%	35%
Объем отходов в год	770 млн	230 млн	500 млн	800 млн
Основные методы	Захоронение 70%	Биогаз 40%, компостирование 30%	Компостирование 50%	Сжигание

Краснодарский край обладает уникальным географическим положением, климатическими условиями и природными ресурсами. В структуре ВРП Краснодарского края за 2021 г. доля сельского хозяйства составляет 12,1 % (в 2017 г. – 9,6 %) [4]. В 2022 г. удельный вес производства Краснодарского края в России составил по: зерну – 14,2 %, сахарной свекле – 24,1 %, скоту и птице – 4,6 %, молоку – 8,6 %.

Интенсивное землепользование сочетается с ярко выраженным демографическим профилем: 43 % населения края (2,5 млн жителей) проживает в сельской местности, что значительно превышает общероссийский показатель доли сельского населения, составляющий 26%, и отражает социально-экономическую значимость этого сектора. Основные возможные достоинства

и недостатки от внедрения циркулярных моделей в сельскохозяйственном производстве систематизированы в таблице 2.

С 2010 г. по 2022 г. производство продукции растениеводства в стоимостном выражении в Краснодарском крае возросло практически в 4 раза, а продукции животноводства – в 2,1 раза.

Таблица 2 – Выгоды и издержки внедрения циркулярных моделей в сельском хозяйстве [1]

Достоинства	Недостатки
Уменьшение затрат на используемые в сельскохозяйственном и смежных секторах ресурсы, снижение себестоимости производимой продукции	Необходимость первоначальных инвестиций в технологии, в некоторых случаях значительных, что может негативно повлиять на финансовую ликвидность предприятий
Повышение эффективности сельскохозяйственного производства, снижение эксплуатационных расходов	Сложности адаптации к новым технологиям в переходном периоде, риски временного снижения производительности на начальных этапах
Увеличение конкурентных преимуществ, повышение эффективности использования ресурсов и рабочих мест, развитие навыков и знаний работников	Необходимость государственного субсидирования на этапе становления циркулярных агростартапов для выхода на коммерческую эффективность и преодоления производственных застоев
Создание возможностей для трудоустройства и новых рабочих мест	Необходимость в инвестициях в инфраструктуру и затраты на изменение логистики

Изменение стоимости продукции сельского хозяйства по отраслям в хозяйствах всех категорий Краснодарского края представлено на рисунке 1.

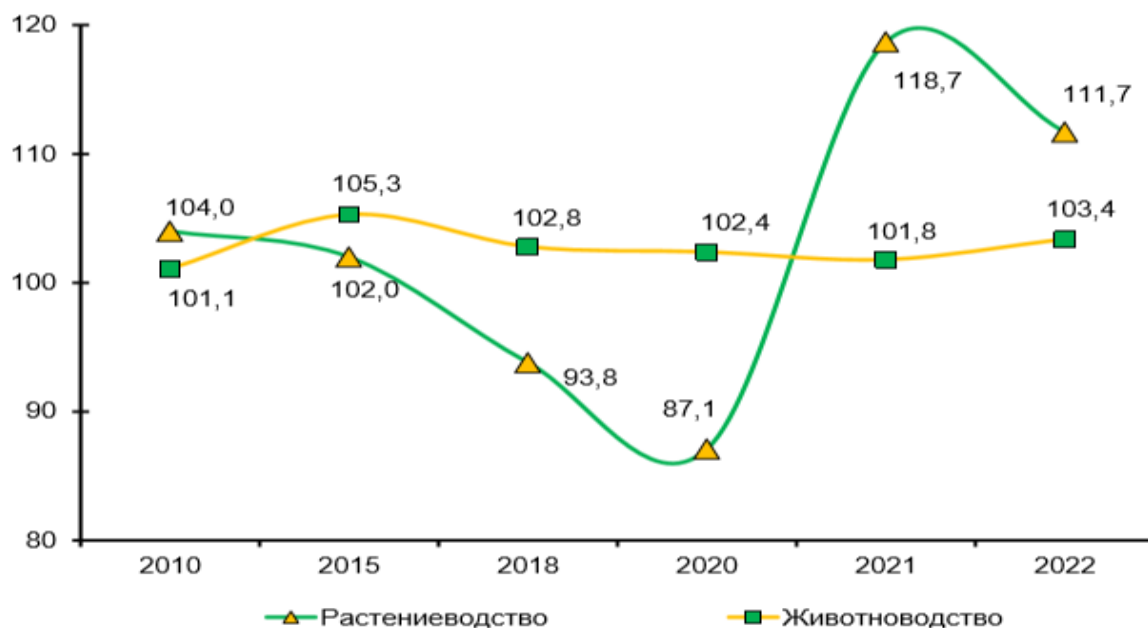


Рисунок 1 – Изменение стоимости продукции сельского хозяйства по отраслям в хозяйствах всех категорий Краснодарского края (в сопоставимых ценах; в процентах к предыдущему году) [6]

Наибольшую долю в продукции растениеводства занимают сельскохозяйственные организации. На протяжении 12 лет их доля незначительно снизилась и в 2022 г. составила 64,2 %. Удельный вес крестьянских (фермерских) хозяйств (КФК) за исследуемый период увеличился и составил 25,9 %. А доля ЛПХ в продукции растениеводства, наоборот, сократилась на 6,5 % и составила 9,8 % [4].

Рассмотрим некоторые перспективы внедрения экономики замкнутого цикла на примере Краснодарского края [2, 3, 5, 7].

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 [1].

Рециркуляция сельскохозяйственной продукции экономически и экологически целесообразна, особенно в регионах с интенсивной агропромышленной деятельностью. Краснодарский край, ведущий рисопроизводящий регион

России, где ежегодно выращивается около 1,2 млн тонн риса. При этом образуется 240 000-300 000 тонн отходов рисовой шелухи (20-25 % от общего урожая) - лигноцеллюлозного остатка, который исторически не использовался из-за высокого содержания кремния (15-22 % по массе) и не поддающейся переработке структуры [1]. Однако развитие технологий пиролиза и химической экстракции позволяет превращать эти отходы в аморфный диоксид кремния (SiO_2) – универсальное соединение, которое находит применение в фармацевтике (в качестве вспомогательных веществ), сельском хозяйстве (добавки в почву) и промышленном производстве (добавки для полимеров и бетона).

Примечательно, что SiO_2 , полученный из рисовой шелухи, представляет собой устойчивую альтернативу традиционной добыче кварца, снижая зависимость от добычи невозобновляемых минералов. По оценкам исследователей, 1 тонна рисовой шелухи может дать 180-220 кг высокочистого SiO_2 , заменив 0,7-1,2 тонны добываемого кремнезема в год и снизив связанные с этим экологические издержки, включая нарушение среды обитания и выбросы CO_2 при разработке карьеров. Используя этот потенциал, в Северском районе Краснодарского края в настоящее время разрабатывается промышленный объект с планируемой годовой мощностью 2 500 тонн SiO_2 и 800 тонн сажи, получаемых из 12 000 тонн лузгового сырья. Данный проект соответствует принципам циркулярной экономики, поскольку решает три важнейшие задачи:

1. Экономический: Мировой рынок SiO_2 , оцениваемый в \$7,8 млрд в 2023 году, по прогнозам, будет расти на 6,4% до 2030 года, что обусловлено спросом на экологичное строительство и производство батарей для электромобилей (Grand View Research, 2024). Местное производство может снизить зависимость от импорта, а внутренние цены на SiO_2 промышленного качества составляют в среднем \$1 200-\$1 500 за тонну.

2. Окружающая среда: Отказ от сжигания лузги на открытом воздухе – распространенного метода утилизации – предотвращает выброс ~ 3,2 тонны CO₂ и 50 кг твердых частиц на тонну сожженной лузги (ФАО, 2022).

3. Социальная: Ожидается, что объект создаст 45-60 постоянных рабочих мест в сельских населенных пунктах, дополнив агропромышленный комплекс Краснодарского края.

Это подчеркивает жизнеспособность систем замкнутого цикла в превращении сельскохозяйственных отходов из обязательства в стратегический ресурс, способствующий повышению устойчивости региона и конкурентоспособности.

Циркулярный переход в аграрном секторе Краснодарского края – ключевого сельскохозяйственного региона России требует комплексной институциональной трансформации. Ниже представлены ключевые механизмы управления, обеспечивающие формирование замкнутых производственных циклов и устойчивых систем.

1. Нормативно-правовые механизмы:

Краевые программы, такие как «Экологическое благополучие», до 2030 устанавливают целевые показатели по утилизации сельхозотходов и внедрению ресурсосберегающих технологий. Постановление № 123-ПК от 2022 г. обязывает агропредприятия внедрять системы замкнутого водооборота для полива, снижая забор воды из реки Кубань на 30%.

2. Экономические стимулы

- Субсидии и налоговые льготы:

- Компенсация 30% затрат на приобретение оборудования для переработки отходов (соломорезки, биогазовые реакторы) по госпрограмме «Зеленая энергетика».

- Грантовая поддержка:

Программа «Агростартап» выделяет до 8 млн руб.

Программа «Агропрогресс» можно получить до 30 млн.

Программа «Развитие овощеводства и картофелеводства» возместит часть затрат на с/х.

3. Инфраструктурные и технологические механизмы

- Создание экотехнопарков:

В 2024 г. запущен кластер «Кубань-Био» (бюджет 2,7 млрд руб.), объединяющий: линии по производству биоугля из рисовой шелухи (мощность 10 тыс. т/год); биогазовые станции для переработки 200 тыс. т навоза/год (выход энергии – 15 МВт·ч/сутки).

- Цифровые платформы:

Система AgriChain анализирует потоки отходов в реальном времени, оптимизируя их распределение между хозяйствами (сокращение логистических издержек на 25%).

4. Пилотные проекты циклической экономики:

Тестовый проект 1: Компостирование растительных остатков в Славянском районе. Использовалось 10 тонн/га (стебли кукурузы, шелуха подсолнечника), добавки – 3 т/га навоза крупного рогатого скота (соотношение С:N 25:1), 0,5% микробных биоактиваторов (целлюлозоразлагающие бактерии). Остатки измельчаются до частиц размером 2-5 см, смешиваются с навозом и укладываются в валки высотой 1,5 м. Осуществляется их переворачивание раз в две недели для поддержания аэробных условий (кислород >10%). Температура контролировалась ежедневно (в термофильной фазе она достигала 65°C). Влажность поддерживалась на уровне 50-60% с помощью орошения дождевой водой. Длительность исследования: 90 дней (июнь-август 2023 г.). Органические удобрения проверялись на содержание питательных веществ (N-P-K) и вносились на тестовые участки. Оказалось, что при использовании органических удобрений:

- уменьшилась необходимость в использовании химических удобрений на 40% на тестовых участках;

- органическое вещество почвы увеличилось на 15 % за шесть месяцев;

- конечное соотношение NPK: 1,8% N, 0,9% P, 1,2% K (по сравнению с исходным NPK остатков 0,5% N, 0,2% P, 0,7% K);
- сократились патогены на 99%;
- содержание органических веществ составило 58 % (по сравнению с 42 % в сырых остатках).

Рассмотрим полевое применение. В тестовые участки было внесено 5 тонн/га компоста, в контрольные участки внесены синтетические удобрения (NPK 20-10-10 при 200 кг/га). Урожайность кукурузы составила: 8,2 т/га (компост) против 7,5 т/га (синтетика). Урожайность подсолнечника – 2,9 т/га (компост) против 2,7 т/га (синтетика). Экономия затрат составляет 40% за счет сокращения расходов на удобрения.

Выводы: данное решение подходит для средних и крупных фермеров, улучшает состояние почвы и минимизирует внесение синтетических удобрений, но требует дополнительных трудозатрат. Если субсидировать покупку измельчителей, то можно снизить затраты на оплату труда до 30%.

Тестовый проект 2: Биогаз из отходов животноводства в Тимашевском молочном комбинате (500 голов крупного рогатого скота). Был установлен небольшой анаэробный метантенк (емкость 50 м³) мезофильные условия (35-40°C). Кормовое сырье: 2 тонны/сутки навоза крупного рогатого скота + 0,5 тонны/сутки пищевых отходов (с местных рынков). Время хранения: 25 дней. Состав биогаза: 60% метана, 35% CO₂, 5% следовых газов. Биогаз используется в теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) мощностью 30 кВт.

По результатам опыта выяснилось, что вырабатывается 120 м³ биогаза в день, что обеспечивает 70% энергетических потребностей фермы. Выбросы CO₂ сократились на 25 тонн в год. Наблюдается экономия затрат: 10,8 руб./кВтч (биогаз) против 16,2 руб./кВтч (электричество из сети), что дает 777 600 руб. экономии в год.

Выводы – проект технически жизнеспособен, но нуждается в государственных грантах для компенсации капитальных затрат.

Исходя из всего вышеперечисленного, институциональный ландшафт циркулярного перехода в Краснодарском крае формируется через симбиоз жесткого регулирования, финансовых стимулов и технологических инноваций. Ключевой вызов – масштабирование пилотных проектов до уровня всей отрасли, чему способствует интеграция малых хозяйств в кластерные системы и активная роль государства как катализатора изменений.

Переход к циркулярным сельскохозяйственным системам по своей сути осложняется структурной неоднородностью сектора, которая проявляется в различиях производственных процессов, неравномерном внедрении технологий и неравенстве доступа к ресурсам в разных масштабах и географических регионах. Кроме того, отсутствие стандартизированных показатели циркулярности предприятий, (например, индекс дефицита циркулярности), препятствует последовательной оценке таких практик. Этот методологический пробел усугубляется, высоким порогом входа для предприятий. В 2023 году анализ 45 тематических исследований показал, что 40% циркулярных инициатив (например, производство биочара, замкнутые системы водоснабжения, производство биогаза) демонстрируют отрицательную рентабельность инвестиций в течение первых трех лет, в основном из-за высокого первоначального капитала и разрозненных цепочек поставок.

Циркулярное сельское хозяйство функционирует как сложная адаптивная система, что требует проведения исследований, направленных на выявление причинно-следственных связей между такими переменными, как политические меры, поведение заинтересованных сторон и эффективность материальных потоков. Будущие исследования также должны подтвердить такие бизнес-модели, как системы «продукт-услуга» (PSS), в которых фермы арендуют оборудование для переработки органических отходов, что позволяет совместить капитальное бремя с долгосрочной выгодой. Такие схемы, подкрепленные строгим системным анализом, имеют решающее значение для преобра-

зования линейности сельского хозяйства в устойчивость к круговому движению.

Список источников

1. Атамась Е.В. Экономика замкнутого цикла в сельскохозяйственном производстве: потенциал реализации в новых институциональных условиях / Терешина М.В., Тяглов С.Г., Атамась Е.В./ Регионоведение. – 2024. – Т. 32. – № 4 (129). – С. 635-652
2. Гайдук В.И. Циркулярная экономика /Гайдук В.И., Кухаренко А.А./ Учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 38.03.01 Экономика, направленность «экономика предприятий и организаций» / Краснодар, 2024.
3. Гайдук В.И. Развитие циркулярной экономики в Краснодарском крае: проблемы и перспективы /Гайдук В.И., Линченко В.В./ В сборнике: Институциональное проектирование развития сельских территорий. Материалы VIII Международной научно-практической конференции. Краснодар, 2024. – С. 153-159.
4. Ковальчук М.Д. Эффективность развития форм собственности и хозяйствования в аграрном секторе Краснодарского края /Ковальчук М.Д., Гайдук В.И., Арутюнян Ю.И. / Краснодар, 2023.
5. Комлацкий Г.В. Зеленая экономика" региона: проблемы и перспективы развития /Трубилин А.И., Гайдук В.И., Комлацкий Г.В., Секерин В.Д./ Краснодар, 2019.
6. Сельское хозяйство Краснодарского края. Статистический сборник. 2022: Стат. сб. / Краснодарстат – Краснодар, 2023, Книга 1. Состояние аграрного сектора Краснодарского края – 98 с.
7. Forest reclamation in investment policy for sustainability and resource conservation /Gayduk V., Achokh Yu., Tereshchenko G., Moiseyev P., Kuznetsov D./ BIO Web of Conferences. – 2024. – Т. 145. – С. 05008.

References

1. Atamas E.V. Closed-loop economics in agricultural production: the potential for implementation in new institutional conditions / Tereshina M.V., Tyaglov S.G., Atamas E.V./ Regionology. – 2024. – Т. 32. – № 4 (129). – Pp. 635-652
2. Gaiduk V.I. Circular economy /Gaiduk V.I., Kukharenko A.A./ Textbook for students in the field of 38.03.01 Economics, focus on "economics of enterprises and organizations" / Krasnodar, 2024.
3. Gaiduk V.I. Development of circular economy in the Krasnodar Territory: problems and prospects /Gaiduk V.I., Linchenko V.V./ In the collection: Institutional design of rural development. Materials of the VIII International Scientific and Practical Conference. Krasnodar, 2024. pp. 153-159.
4. Kovalchuk M.D. Efficiency of development of forms of ownership and management in the agricultural sector of the Krasnodar Territory /Kovalchuk M.D., Gaiduk V.I., Harutyunyan Yu.I. / Krasnodar, 2023.
5. Komlatsky G.V. The green economy of the region: problems and prospects of development /Trublin A.I., Gaiduk V.I., Komlatsky G.V., Sekerin V.D./ Krasnodar, 2019.
6. Agriculture of the Krasnodar Territory. Statistical collection. 2022: Statistical collection / Krasnodarstat – Krasnodar, 2023, Book 1. The state of the agricultural sector of the Krasnodar Territory – 98 p.
7. Forest reclamation in investment policy for sustainability and resource conservation /Gayduk V., Achokh Yu., Tereshchenko G., Moiseyev P., Kuznetsov D./ BIO Web of Conferences. – 2024. – Т. 145. – С. 05008.

© Гайдук В.И., Линченко В.В., 2025. Московский экономический журнал,
2025, № 4.