

DOI 10.52260/2304-7216.2024.3(56).44  
УДК 338.242  
ГРНТИ 06.71.07

А.К. Байкин, PhD<sup>1</sup>  
Р.К. Амантаева\*, докторант PhD<sup>1</sup>  
Р.С. Жусупов, PhD<sup>2</sup>  
З.Ж. Кенжегалиева, PhD<sup>2</sup>  
Костанайский региональный университет  
имени Ахмет Байтұрсынұлы,  
г. Костанай, Казахстан<sup>1</sup>  
Атырауский университет им.Х.Досмухамедова  
г. Атырау, Казахстан<sup>2</sup>  
\* – основной автор (автор для корреспонденции)  
e-mail: raunur88@mail.ru

## МИРОВОЙ ОПЫТ ИНТЕГРАЦИИ ПРИНЦИПОВ ЭКОНОМИКИ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА В АГРОПРОМЫШЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ

*В данной обзорной статье проводится углубленный анализ интеграции принципов круговой экономики в сельскохозяйственный сектор. Особое внимание уделяется оценке мирового опыта и выявлению барьеров, препятствующих широкому внедрению моделей замкнутого цикла в агропромышленном комплексе.*

*Авторы статьи сравнивают традиционную линейную экономическую модель с моделью круговой экономики, демонстрируя, как последняя способна оптимизировать использование ресурсов, сократить отходы и значительно улучшить экологические показатели в сельском хозяйстве. Анализируются ключевые проблемы, характерные для традиционного сельского хозяйства, такие как неэффективное использование ресурсов, образование отходов и неустойчивые методы производства.*

*В исследовании подробно рассматриваются технологические, экономические, нормативные и рыночные барьеры, препятствующие переходу к круговой экономике в сельском хозяйстве. Авторы проводят систематический обзор научной литературы, отраслевых отчетов и тематических исследований, чтобы выявить успешные примеры реализации принципов круговой экономики в различных странах мира. Особое внимание уделяется инновационным подходам к переработке отходов, устойчивым методам ведения сельского хозяйства и созданию циклических продовольственных систем.*

*На основе проведенного анализа авторы формулируют конкретные рекомендации для политиков, предприятий и исследователей, направленные на преодоление выявленных барьеров и стимулирование перехода к более устойчивым методам ведения агробизнеса.*

*В целом, статья представляет собой ценный вклад в изучение потенциала круговой экономики для решения экологических проблем в сельском хозяйстве и способствует формированию более устойчивых продовольственных систем.*

**Ключевые слова:** экономика замкнутого цикла, агропромышленный комплекс, устойчивость, оптимизация ресурсов, сокращение отходов, устойчивое сельское хозяйство, переработка отходов, мировой опыт, эффективность использования ресурсов, управление сельскохозяйственными отходами.

**Кілт сөздер:** Айналмалы экономика, агробизнес, тұрақтылық, ресурстарды оңтайландыру, қалдықтарды азайту, тұрақты ауыл шаруашылығы, қалдықтарды қайта өңдеу, әлемдік тәжірибе, ресурстарды тиімді пайдалану, ауылшаруашылық қалдықтарын басқару.

**Keywords:** Circular economy, agro-industrial complex, sustainability, resource optimization, waste reduction, sustainable agriculture, waste recycling, global experience, resource efficiency, agricultural waste management.

**Введение.** Сельскохозяйственный сектор является значительным потребителем природных ресурсов и вносит значительный вклад в ухудшение состояния окружающей среды. Переход к модели экономики замкнутого цикла предлагает многообещающий путь к повышению устойчивости и снижению негативного воздействия сельскохозяйственных предприятий на окружающую среду. В этой статье рассматривается интеграция принципов экономики замкнутого цикла в агропромышленный комплекс путем оценки передового мирового опыта, выявления барьеров и обсуждения возможностей масштабирования практики экономики замкнутого цикла в секторе. Цель состоит в том, чтобы оценить потенциал экономики замкнутого цикла для оптимизации использования ресурсов, сокращения отходов и улучшения экологических показателей сельского хозяйства [1].

Экономика замкнутого цикла фокусируется на создании замкнутых систем, в которых ресурсы постоянно используются повторно, что сводит к минимуму потребность в первичном сырье и

сокращает отходы. Это контрастирует с традиционной линейной экономической моделью, которая следует подходу «брать-производить-утилизировать», что приводит к чрезмерным отходам и истощению ресурсов. В сельском хозяйстве принципы экономики замкнутого цикла могут помочь решить ключевые проблемы, такие как неэффективность ресурсов, образование отходов и неустойчивые методы производства [2].

Целью данного исследования является оценить передовой мировой опыт внедрения принципов круговой экономики в сельском хозяйстве, уделяя особое внимание устойчивым методам ведения сельского хозяйства, круговым продовольственным системам и переработке сельскохозяйственных побочных продуктов, а также выявляя и анализируя основные препятствия для внедрения, включая технологические, экономические, нормативные и проблемы готовности рынка.

В конечном счете, этот обзор направлен на предоставление всестороннего анализа текущего состояния экономики замкнутого цикла в агропромышленном комплексе.

Методы. В этом исследовании используется систематический обзор литературы для анализа практик круговой экономики в сельскохозяйственном секторе. Обзор опирается на ряд источников, включая рецензируемые статьи, книги и тематические исследования как из развитых, так и из развивающихся стран.

Поиск литературы проводился с использованием Google Scholar в качестве основной базы данных. Период поиска был ограничен источниками, опубликованными в течение последних пяти лет (2020–2024 гг.), с включением более ранних источников для фундаментальных концепций. Опубликованные статьи, книги и отчеты считались релевантными для этого обзора.

Извлечение данных было организовано с использованием программного обеспечения для управления ссылками Zotero. Ключевая информация была извлечена из каждого источника, включая страну внедрения, основные выводы и практики, и барьеры циркулярной экономики.

Данные были проанализированы с использованием подхода тематического синтеза, который включал категоризацию выявленных практик по четырем ключевым принципам циркулярной экономики: сокращение отходов, повторное использование, переработка и перепроектирование. Эффективность этих практик оценивалась на основе их влияния на эффективность использования ресурсов, экологическую устойчивость и экономические показатели.

Барьеры для внедрения практик круговой экономики были разделены на четыре основных типа: технологические, экономические, нормативные и культурные. Каждый барьер был проанализирован с точки зрения его влияния на принятие моделей круговой экономики в секторах агробизнеса.

Результаты представлены в сводных таблицах, которые дают краткий обзор успешных практик круговой экономики, стран, где они были внедрены, и связанных с ними барьеров. Эти таблицы также включают синтез результатов этих практик в отношении эффективности использования ресурсов, устойчивости и экономической эффективности.

**Обзор литературы.** Сельское хозяйство, будучи крупнейшим потребителем природных ресурсов, оказывает существенное негативное влияние на окружающую среду [1]. Именно поэтому модель круговой экономики в сельском хозяйстве, направленная на сокращение отходов, оптимизацию использования ресурсов и содействие устойчивому развитию, становится все более актуальной [2]. Экономика замкнутого цикла предполагает внедрение безотходных технологий, таких как производство биогаза из сельскохозяйственных отходов, что может повысить энергетическую безопасность и снизить воздействие на окружающую среду. Концепция «круговой биоэкономики» объединяет принципы круговой экономики с биоэкономикой, уделяя особое внимание возобновляемым источникам энергии и устойчивому развитию [3]. Круговое сельское хозяйство отличается от традиционных моделей акцентом на сокращение отходов, эффективность использования ресурсов и защиту окружающей среды. Внедрение принципов круговой экономики в сельском хозяйстве может привести к экономии затрат, созданию рабочих мест и новым экономическим возможностям [4]. Однако такие барьеры, как информационные пробелы, экономические ограничения и технологические ограничения, препятствуют широкому внедрению циклических практик в сельском хозяйстве [5]. Государственная поддержка и научные исследования имеют решающее значение для содействия переходу к циклическому сельскому хозяйству.

**Основная часть.** Все больше литературы подчеркивает важность интеграции цикличности в агропромышленные системы для повышения устойчивости.

Ключевые принципы циклической экономики, которые можно применить к агропромышленности, продемонстрированы в таблице 1

Таблица 1

**Ключевые принципы экономики замкнутого цикла**

№	Принцип циркулярной экономики	Применение в агропромышленном комплексе	Основные действия/процессы
1	Сокращение	Эффективность использования ресурсов в сельском хозяйстве: Снижение потребления ресурсов (вода, удобрения, пестициды) с помощью устойчивых практик	- Точное земледелие - Севооборот - Оптимизация ресурсов
		Снижение пищевых отходов: Минимизация пищевых отходов в цепочке поставок пищи	- Улучшение хранения - Улучшенная упаковка - Эффективный транспорт
2	Повторное использование	Сельскохозяйственные побочные продукты: Повторное использование растительных остатков, навоза и т.д.	- Остатки культуры как корм для животных - Навоз для производства биоэнергии
		Пищевые отходы в корм для животных: Превращение пищевых отходов в корм для скота	- Пищевые отходы от переработки/розничной торговли используются как корм для скота
		Повторное использование упаковки: Повторное использование упаковочных материалов, таких как стекло, пластик и биоразлагаемые пакеты	- Повторное использование упаковочных материалов
3	Переработка	Переработка органических отходов: Превращение пищевых отходов в компост или биогаз	- Компостирование - Производство биогаза
		Переработка пластика: Переработка упаковочных материалов, таких как пластиковые или стеклянные бутылки	- Переработка упаковочных отходов
		Переработка воды: Повторное использование воды в агропромышленных процессах, таких как аквакультура и системы орошения	- Замкнутые системы водоснабжения
4	Переработка и проектирование	Проектирование устойчивой упаковки: Разработка упаковки, которая будет биоразлагаемой или пригодной для переработки	- Съедобная упаковка - Биodeградируемые пакеты
		Проектирование экологических продуктов: Разработка экологически устойчивых продуктов (например, удобрений, сельскохозяйственной техники)	- Разработка экологических удобрений - Оборудование с солнечным питанием
		Техники переработки пищи: Переосмысление методов переработки пищи с целью минимизации отходов и оптимизации использования энергии	- Оптимизация методов переработки пищи - Энергоэффективная техника

*\*Составлено авторами на основе [3]*

Концепция экономики замкнутого цикла получила значительную поддержку в различных отраслях промышленности как средство снижения воздействия на окружающую среду, повышения эффективности использования ресурсов и улучшения устойчивости.

Ниже, в Таблице 2, обобщены лучшие глобальные практики применения принципов циркулярной экономики в агропромышленном комплексе, включая успешные примеры из развитых и развивающихся экономик. Здесь также подчеркнута роль циркулярности в сокращении отходов, продвижении устойчивости и повышении ресурсной эффективности в агропромышленных системах.

В таблице 2 подведены итоги ключевых практик и примеров применения экономики замкнутого цикла в агропромышленном комплексе, предоставляя обзор глобальных тенденций и конкретных инициатив в развитых и развивающихся странах. Эти практики могут служить ценными примерами для других стран, стремящихся интегрировать устойчивость и ресурсную эффективность в свои агропромышленные системы.

Таблица 2

### Циркулярные экономические практики в агропромышленном комплексе

№	Страна/ Регион	Компания/ Инициатива	Реализованные циркулярные практики	Результаты
1	Нидерланды	Органические отходы для биогаза	Аграрно-промышленный комплекс: использование сельскохозяйственных и пищевых отходов для производства биогаза в сельском хозяйстве и пищевой промышленности	Снижение пищевых отходов, генерация энергии
2	Бразилия	Переработка сахарного тростника	Аграрно-промышленный комплекс: переработка сельскохозяйственных отходов для биоэнергии и производства бумаги в сахарных и бумажных заводах	Снижение отходов, новые рыночные возможности для отходов, восстановление энергии
3	Индия	Пищевые отходы в корм для животных	Аграрно-промышленный комплекс: превращение отходов пищевой переработки в корм для животных на пищевых предприятиях	Снижение отходов, экономия на производстве корма
4	Дания	Переработка упаковочных отходов	Аграрно-промышленный комплекс: внедрение системы замкнутого цикла упаковки для пищевых продуктов с целью снижения пластиковых отходов в пищевой упаковочной промышленности	Меньше пластиковых отходов, увеличение переработки упаковки
5	Казахстан	Сельскохозяйственные остатки для биоэнергии	Аграрно-промышленный комплекс: использование сельскохозяйственных остатков (например, соломы, сена) для производства биоэнергии в сельском хозяйстве и сельской энергетике	Снижение сельскохозяйственных отходов, генерация энергии
6	Литва	Биоэнергия из сельскохозяйственных отходов	Аграрно-промышленный комплекс: использование сельскохозяйственных отходов (например, остатков культуры, навоза) для производства биогаза в сельском хозяйстве и пищевой переработке	Снижение отходов, устойчивое производство энергии

\*Составлено авторами

Основные выводы из Таблицы 2 (с акцентом на аграрно-промышленный комплекс):

- Нидерланды лидируют в использовании органических отходов для производства биогаза, превращая сельскохозяйственные и пищевые остатки в возобновляемую энергию, что способствует устойчивости агропромышленного комплекса [6].
- Бразилия фокусируется на переработке сахарного тростника, превращая сельскохозяйственные отходы в биоэнергию и бумагу, создавая устойчивый рынок для отходов в агропромышленном комплексе [7].
- В Индии компании превращают пищевые отходы из крупных перерабатывающих заводов в корм для животных, что способствует как сокращению отходов, так и экономии на корме для сельского хозяйства [8].
- Дания внедряет замкнутую систему упаковки в пищевой промышленности, что помогает снизить использование пластика и повысить переработку упаковки в агропромышленном комплексе [9].
- Казахстан использует сельскохозяйственные остатки для производства биоэнергии, что помогает снизить отходы и обеспечить альтернативный источник энергии для сельских районов в агропромышленном комплексе [10].
- Литва использует сельскохозяйственные отходы для производства биоэнергии, что помогает сократить отходы и способствует устойчивому энергетическому развитию в агропромышленном комплексе [11].

Информация об экономических и экологических преимуществах применения принципов циркулярной экономики в агропромышленном комплексе представлена в таблице 3:

Таблица 3

**Экономические и экологические преимущества применения принципов экономики замкнутого цикла в агропромышленном комплексе**

№	Область Преимущества	Ключевые Преимущества	Практики Циркулярной Экономики	Воздействие
1	Экономическая жизнеспособность	Снижение затрат	- Использование сельскохозяйственных остатков для биотоплива и компостирования	- Снижение затрат на энергию, уменьшение затрат на закупку сырья, снижение расходов на утилизацию отходов
		Новые бизнес-возможности	- Переработка сельскохозяйственных побочных продуктов в биопластики, биотопливо и биохимикаты	- Новые источники дохода от устойчивых продуктов, конкурентное преимущество на рынке "зеленых" технологий
		Создание рабочих мест	- Занятость в секторе биотоплива, компостирования и переработки отходов	- Создание "зеленых" рабочих мест в области возобновляемой энергетики, управления отходами и разработки устойчивых продуктов
2	Экологическое воздействие	Снижение выбросов углерода	- Производство биогаза из органических отходов	- Существенное снижение углеродных выбросов, сокращение зависимости от ископаемых видов топлива, снижение выбросов метана от свалок
		Снижение объема отходов	- Практики перехода отходов в ценность	- Снижение объема органических отходов на свалках, уменьшение загрязнения от сжигания отходов

			(например, превращение пищевых отходов в корм для животных, биотопливо)	
		Снижение деградации почвы	- Компостирование и органическое сельское хозяйство	- Улучшение состояния почвы, усиление круговорота питательных веществ, лучшее удержание влаги, уменьшение зависимости от химических удобрений
		Улучшение биоразнообразия	- Агроресоводство, диверсификация культур, органическое сельское хозяйство	- Увеличение биоразнообразия, улучшение здоровья экосистемы, сохранение естественных опылителей и полезных насекомых
3	Продовольственная безопасность и устойчивость	Снижение пищевых отходов	- Преобразование пищевых отходов в корм для животных, использование стратегий отходы в корм	- Снижение потерь пищи, больше еды для потребления и кормления скота
		Улучшение эффективности цепочек поставок	- Оптимизация логистики, улучшение холодной цепи, прозрачность цепочек поставок	- Меньше пищевых отходов, улучшенная эффективность распределения, сокращение дефицита продуктов
		Обеспечение более справедливого распределения ресурсов	- Локализация продовольственных систем, поддержка городского сельского хозяйства и сообщества переработки отходов	- Повышение продовольственной безопасности, более доступный доступ к пище, справедливое распределение ресурсов и снижение продовольственной нестабильности

\*Составлено авторами на основе [3;4].

Основные выводы из Таблицы 3:

- Экономическая жизнеспособность: Переход к моделям циркулярной экономики в агропромышленном комплексе приводит к значительным снижениям затрат, создаёт новые бизнес-возможности и способствует созданию рабочих мест в таких секторах, как производство биотоплива, переработка отходов и разработка устойчивых продуктов [3;4].

- Экологическое воздействие: Практики циркулярной экономики играют ключевую роль в снижении выбросов углерода, сокращении объема отходов, смягчении деградации почвы и улучшении биоразнообразия благодаря более устойчивому сельскому хозяйству и управлению отходами [3;4].

- Продовольственная безопасность и устойчивость: Стратегии циркулярной экономики способствуют улучшению продовольственной безопасности, снижая пищевые отходы, оптимизируя цепочки поставок и обеспечивая более справедливое распределение ресурсов, особенно для уязвимых сообществ [3;4].

Несмотря на многочисленные преимущества внедрения принципов циркулярной экономики в агропромышленные системы, существует ряд проблем и барьеров, которые могут затруднить

успешную реализацию этих практик. Эти проблемы охватывают технологические, экономические, регуляторные и культурные аспекты, каждый из которых требует целенаправленных решений для того, чтобы обеспечить переход к более устойчивому и циркулярному агропромышленному комплексу.

Таблица 4

**Барьеры успешной реализации практики применения принципов экономики замкнутого цикла**

№	Тип барьера	Описание	Примеры
1	Технологические и инфраструктурные барьеры	- Недостаток технологий и инфраструктуры для переработки отходов и производства биоэнергии. - Высокие затраты на создание и поддержание циркулярных систем.	- Мало перерабатывающих мощностей для органических отходов (например, биогазовые установки). - Ограниченная инфраструктура для переработки отходов.
2	Экономические и рыночные барьеры	- Высокие начальные инвестиции в технологии и оборудование. - Отсутствие экономических стимулов для перехода к циркулярной экономике. - Низкий спрос на циркулярные продукты.	- Начальные затраты на биогазовые установки и системы переработки отходов. - Недостаток финансовых стимулов в странах с ограниченным бюджетом.
3	Политические и регуляторные барьеры	- Отсутствие четкой и последовательной политики в поддержке циркулярных практик. - Несоответствие или неясность нормативных актов по управлению отходами.	- Отсутствие регуляций по переработке сельскохозяйственных отходов, биоэнергии и устойчивой упаковки. - Несоответствие стандартов в разных странах.
4	Культурные и поведенческие барьеры	- Сопротивление изменениям со стороны сельскохозяйственных предприятий. - Привычки потребителей, предпочитающих дешевую продукцию. - Низкий уровень осведомленности о циркулярной экономике.	- Сопротивление внедрению новых технологий в традиционные процессы. - Отсутствие образования по циркулярной экономике, низкое восприятие устойчивых продуктов.

*\*Составлено авторами*

Несмотря на очевидные преимущества, несколько препятствий мешают широкому принятию практик циклической экономики в сельскохозяйственном секторе:

1. Технологические барьеры: Во многих регионах не хватает передовых технологий для переработки отходов и производства биоэнергии. Высокие затраты на создание и поддержание циклических систем, таких как биогазовые установки или перерабатывающие предприятия, являются существенными препятствиями для мелких фермеров и предприятий [12].

2. Экономические барьеры: Высокие первоначальные инвестиционные затраты в технологии экономики замкнутого цикла, отсутствие финансовых стимулов и ограниченный рыночный спрос на циклическую продукцию являются одними из основных экономических проблем. Во многих развивающихся странах первоначальные затраты на переход к циклической модели являются непомерно высокими для многих агропромышленных предприятий [13].

3. Нормативные барьеры: Во многих странах отсутствует четкая и последовательная политика поддержки практик экономики замкнутого цикла, особенно в областях управления отходами,

производства биоэнергии и устойчивой упаковки. Непоследовательные правила в разных регионах создают неопределенность и препятствуют внедрению циклических практик [5].

4. Культурные и поведенческие барьеры: Сопротивление изменениям среди сельскохозяйственных предприятий и предпочтение потребителями дешевых одноразовых продуктов также создают проблемы для принятия экономики замкнутого цикла. Более того, низкий уровень осведомленности и образования относительно преимуществ циклических практик еще больше ограничивает их реализацию [14].

Устранение этих барьеров требует многогранного подхода:

1. Технологическое развитие: Инвестиции в исследования и разработки необходимы для создания доступных и масштабируемых технологий переработки отходов и производства биоэнергии [12].

2. Экономические стимулы: Правительства и международные организации могут поддержать принятие экономики замкнутого цикла с помощью субсидий, налоговых льгот и кредитов с низкими процентами для снижения финансовой нагрузки на агропромышленный бизнес [13].

3. Нормативно-правовая база: Установление четкой, последовательной и последовательной политики как на национальном, так и на международном уровнях может обеспечить нормативную определенность, необходимую для стимулирования принятия экономики замкнутого цикла [5].

4. Культурные изменения: Образовательные кампании и инициативы по повышению осведомленности могут помочь изменить поведение потребителей и продвигать преимущества циклических продуктов и практик [14].

**Заключение.** Принятие принципов экономики замкнутого цикла в агропромышленном комплексе представляет собой многообещающую стратегию повышения эффективности использования ресурсов, сокращения отходов и смягчения ухудшения состояния окружающей среды. Глобальные передовые практики, такие как использование побочных продуктов сельского хозяйства для получения биоэнергии, переработка органических отходов и устойчивая упаковка, демонстрируют потенциал экономики замкнутого цикла для содействия более устойчивому и устойчивому сельскохозяйственному сектору.

Однако для полной реализации преимуществ экономики замкнутого цикла в сельском хозяйстве необходимо устранить значительные барьеры, связанные с технологиями, экономикой, политикой и поведением потребителей. Преодоление этих проблем требует скоординированных усилий правительств, отраслей и исследователей по созданию благоприятных условий, которые поддерживают переход к системам сельского хозяйства замкнутого цикла. Таким образом, мы можем способствовать созданию более устойчивого, эффективного и устойчивого агропромышленного комплекса, который приносит пользу как людям, так и планете.

*Статья подготовлена в рамках научного исследования по теме «Теоретические основы и практическое применение принципов экономики замкнутого цикла на сельскохозяйственных предприятиях Казахстана» (по гранту Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан; ИРН AP22686107)*

## Литература

1. Rojas L.F., Zapata P., Ruiz-Tirado L. Agro-industrial waste enzymes: Perspectives in circular economy //Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry. – 2022. – № 34. – P. 100585. - doi: 10.1016/j.cogsc.2021.100585
2. Geissdoerfer M. et al. The Circular Economy—A new sustainability paradigm? //Journal of cleaner production. – 2017. – № 143. – P. 757-768. - doi: 10.1016/j.jclepro.2016.12.048
3. Barros M.V. et al. Going in Circles: Key Aspects for Circular Economy Contributions to Agro-industrial Cooperatives //Circular Economy and Sustainability. – 2023. –№. 3(2). – P. 861-880. - doi: 10.1007/s43615-022-00211-8
4. Nesterov D. et al. Approaching the circular economy: biological, physicochemical, and electrochemical methods to valorize agro-industrial residues, wastewater, and industrial wastes //Journal of Environmental Chemical Engineering. – 2024. – P. 113335. - doi: 10.1016/j.jece.2024.113335



5. Govindan K., Hasanagic M. A systematic review on drivers, barriers, and practices towards circular economy: a supply chain perspective //International Journal of Production Research. – 2018. –№. 56(1-2). – P. 278-311. - doi: 10.1080/00207543.2017.1402141
6. De Boer I. J. M., Van Ittersum M. K. Circularity in agricultural production. – Wageningen University & Research, 2018. – 74 p.
7. Bezerra T.L., Ragauskas A.J. A review of sugarcane bagasse for second-generation bioethanol and biopower production //Biofuels, Bioproducts and Biorefining. – 2016. –№. 10(5). – P. 634-647. - doi: 10.1002/bbb.1662
8. Nath P.C. et al. Valorization of food waste as animal feed: a step towards sustainable food waste management and circular bioeconomy //Animals. – 2023. – №. 13(8). – P. 1366. - doi: 10.3390/ani13081366
9. Valentino G. Life Cycle Assessment of PET bottles: closed and open loop recycling in Denmark and Lombardy region. – 2016. ). – P. 162
10. Omarov Z. et al. Opportunities and potential of bioenergy development in agroindustrial complexes of Kazakhstan //International Journal of Energy Economics and Policy. – 2021. – №. 11(6). – P. 91-97. - doi: 10.32479/ijeep.11530
11. Navickas K., Venslauskas K., Zuperka V. Potential and possibilities of biogas production from agricultural raw materials in Lithuania //Rural development. – 2009.- №. 4 (2). – P. 665-669
12. Kumar Sarangi P. et al. Utilization of agricultural waste biomass and recycling toward circular bioeconomy //Environmental Science and Pollution Research. – 2023. – №. 30(4). – P. 8526-8539. - doi:10.1007/s11356-022-20669-1
13. Boon E. K., Anuga S. W. Circular economy and its relevance for improving food and nutrition security in Sub-Saharan Africa: the case of Ghana //Materials Circular Economy. – 2020. – № 2. – P. 1-14. - doi:10.1007/s42824-020-00005-z
14. Gonella J.S. L. et al. A behavioral perspective on circular economy awareness: The moderating role of social influence and psychological barriers //Journal of Cleaner Production. – 2024. – № 441. – P. 141062- doi: 10.1016/j.jclepro.2024.141062

### References

1. Rojas L.F., Zapata P., Ruiz-Tirado L. Agro-industrial waste enzymes: Perspectives in circular economy //Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry. – 2022. – № 34. – P. 100585. - doi: 10.1016/j.cogsc.2021.100585
2. Geissdoerfer M. et al. The Circular Economy—A new sustainability paradigm? //Journal of cleaner production. – 2017. – № 143. – P. 757-768. - doi: 10.1016/j.jclepro.2016.12.048
3. Barros M.V. et al. Going in Circles: Key Aspects for Circular Economy Contributions to Agro-industrial Cooperatives //Circular Economy and Sustainability. – 2023. –№. 3(2). – P. 861-880. - doi: 10.1007/s43615-022-00211-8
4. Nesterov D. et al. Approaching the circular economy: biological, physicochemical, and electrochemical methods to valorize agro-industrial residues, wastewater, and industrial wastes //Journal of Environmental Chemical Engineering. – 2024. – P. 113335. - doi: 10.1016/j.jece.2024.113335
5. Govindan K., Hasanagic M. A systematic review on drivers, barriers, and practices towards circular economy: a supply chain perspective //International Journal of Production Research. – 2018. –№. 56(1-2). – P. 278-311. - doi: 10.1080/00207543.2017.1402141
6. De Boer I. J. M., Van Ittersum M. K. Circularity in agricultural production. – Wageningen University & Research, 2018. – 74 p.
7. Bezerra T.L., Ragauskas A.J. A review of sugarcane bagasse for second-generation bioethanol and biopower production //Biofuels, Bioproducts and Biorefining. – 2016. –№. 10(5). – P. 634-647. - doi: 10.1002/bbb.1662

8. Nath P. C. et al. Valorization of food waste as animal feed: a step towards sustainable food waste management and circular bioeconomy //Animals. – 2023. – №. 13(8). – P. 1366. - doi: 10.3390/ani13081366
9. Valentino G. Life Cycle Assessment of PET bottles: closed and open loop recycling in Denmark and Lombardy region. – 2016. ). – P. 162
10. Omarov Z. et al. Opportunities and potential of bioenergy development in agroindustrial complexes of Kazakhstan //International Journal of Energy Economics and Policy. – 2021. – №. 11(6). – P. 91-97. - doi: 10.32479/ijeep.11530
11. Navickas K., Venslauskas K., Zuperka V. Potential and possibilities of biogas production from agricultural raw materials in Lithuania //Rural development. – 2009.- №. 4 (2). – P. 665-669
12. Kumar Sarangi P. et al. Utilization of agricultural waste biomass and recycling toward circular bioeconomy //Environmental Science and Pollution Research. – 2023. – №. 30(4). – P. 8526-8539. - doi:10.1007/s11356-022-20669-1
13. Boon E.K., Anuga S. W. Circular economy and its relevance for improving food and nutrition security in Sub-Saharan Africa: the case of Ghana //Materials Circular Economy. – 2020. – № 2. – P. 1-14. - doi:10.1007/s42824-020-00005-z
14. Gonella J. S. L. et al. A behavioral perspective on circular economy awareness: The moderating role of social influence and psychological barriers //Journal of Cleaner Production. – 2024. – № 441. – P. 141062- doi: 10.1016/j.jclepro.2024.141062

**Байкин А.К., Амантаева Р.К., Жусупов Р.С., Кенжеғалиева З.Ж.**

## **АЙНАЛДЫҚ ЭКОНОМИКАНЫҢ ПРИНЦИПТЕРІН АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ӨНДІРІС ЖҮЙЕЛЕРІНЕ ИНТЕГРАЦИЯЛАУДЫҢ ӘЛЕМДІК ТӘЖІРИБЕСІ**

### **Андатпа**

Бұл шолу мақаласы айналмалы экономика принциптерінің аграрлық секторға интеграциялануына терең талдау жасайды. Жаһандық тәжірибені бағалауға және агроөнеркәсіптік кешендегі жабық циклдік үлгілерді кеңінен енгізуге кедергілерді анықтауға ерекше назар аударылады.

Мақала авторлары дәстүрлі желілік экономикалық модельді айналмалы экономика моделімен салыстыра отырып, соңғысының ресурстарды пайдалануды оңтайландыруға, қалдықтарды азайтуға және ауыл шаруашылығындағы экологиялық көрсеткіштерді айтарлықтай жақсартуға болатынын көрсетеді. Дәстүрлі ауыл шаруашылығымен байланысты ресурстарды тиімсіз пайдалану, қалдықтардың пайда болуы және тұрақсыз өндіріс әдістері сияқты негізгі мәселелер талданады.

Зерттеуде ауыл шаруашылығындағы айналмалы экономикаға көшуге кедергі келтіретін технологиялық, экономикалық, нормативтік және нарықтық кедергілер егжей-тегжейлі қарастырылған. Авторлар бүкіл әлем бойынша айналмалы экономиканы енгізудің сәтті мысалдарын анықтау үшін академиялық әдебиеттерге, салалық есептерге және жағдайлық зерттеулерге жүйелі шолу жасайды. Қалдықтарды басқарудың инновациялық тәсілдеріне, тұрақты ауылшаруашылық тәжірибесіне және айналмалы тамақ жүйелерін құруға ерекше назар аударылады.

Өз талдауларының негізінде авторлар саясаткерлерге, бизнеске және зерттеушілерге анықталған кедергілерді еңсеруге және тұрақты агробизнес тәжірибесіне көшуді ынталандыруға бағытталған нақты ұсыныстарды тұжырымдайды.

Тұтастай алғанда, мақала ауыл шаруашылығындағы экологиялық мәселелерді шешуге және азық-түліктің тұрақты жүйесіне ықпал етуге арналған айналмалы экономиканың әлеуетін зерттеуге құнды үлес қосады.

Baykin A., Amantayeva R., Zhusupov R., Kenzhegalieva Z.

**GLOBAL EXPERIENCE IN INTEGRATION OF CIRCULAR ECONOMY PRINCIPLES INTO AGRO-INDUSTRIAL SYSTEMS**

**Annotation**

This review article provides an in-depth analysis of the integration of circular economy principles into the agricultural sector. Particular attention is paid to assessing global experience and identifying barriers to the widespread adoption of closed-loop models in the agro-industrial complex.

The authors of the article compare the traditional linear economic model with the circular economy model, demonstrating how the latter can optimize resource use, reduce waste and significantly improve environmental performance in agriculture. Key problems characteristic of traditional agriculture, such as inefficient use of resources, waste generation and unsustainable production methods, are analyzed.

The study examines in detail the technological, economic, regulatory and market barriers hindering the transition to a circular economy in agriculture. The authors conduct a systematic review of scientific literature, industry reports and case studies to identify successful examples of the implementation of circular economy principles in different countries. Particular attention is paid to innovative approaches to waste recycling, sustainable agricultural practices and the creation of circular food systems.

Based on the analysis, the authors formulate concrete recommendations for policymakers, businesses and researchers to overcome the identified barriers and stimulate the transition to more sustainable agribusiness practices.

Overall, the article represents a valuable contribution to the study of the potential of the circular economy to address environmental challenges in agriculture and contribute to the development of more sustainable food systems.

