

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ ОТХОДОВ АПК

Федотова Гилян Васильевна¹,

д-р экон. наук, доцент,
e-mail: gevgeeva@mail.ru,

Орлова Елена Роальдовна¹,

д-р экон. наук, профессор,
e-mail: orlova@isa.ru,

Бочарова Ирина Евгеньевна¹,

e-mail: maka.ira28@yandex.ru,

¹Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»
Российской академии наук, г. Москва, Россия

В статье рассматривается проблема увеличения объемов отходов производства и потребления, которые, попадая в окружающую среду, существенно ухудшают ее качество. Данная задача многогранна, и ее решение требует системного подхода. Анализ процесса накопления отходов свидетельствует об их значительном количественном росте и необходимости принимать более результативные меры по их утилизации. Определенные возможности решения рассматриваемых вопросов дают «зеленые» технологии и циклические экономические модели, которые внедрены в практику ряда стран и уже в значительной степени выявили скрытый потенциал данных ресурсов. Для пересмотра подходов к этой проблеме необходимо изменить само ее видение и рассматривать с точки зрения вторичных производственных ресурсов, на базе которых можно создавать новые эффективные производства. Особое внимание в работе уделено отходам, относящимся к сфере АПК. В статье представлены наиболее перспективные направления переработки вторичных ресурсов. Сделаны выводы о необходимости кардинальной смены взглядов на производство товаров народного потребления (на примере АПК) и создание отраслевой инфраструктуры для оперативного обмена и торговли вторичными сырьевыми ресурсами.

Ключевые слова: отходы, переработка, утилизация, сфера АПК, сельское хозяйство, циклическая модель экономики

NEW APPROACHES TO SOLVING AGRICULTURAL WASTE PROBLEM

Fedotova G.V.¹,

doctor of economic sciences, associate professor,
e-mail: g_evgeeva@mail.ru,

Orlova E.R.¹,

doctor of economic sciences, professor,
e-mail: orlova@isa.ru,

Bocharova I.E.¹,

e-mail: maka.ira28@yandex.ru,

¹Federal Research Center “Computer Science and Control”
of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

The article describes the problem of production and consumption waste getting into the environment, which deteriorate its quality significantly. This task is multifaceted, and its solution requires systematic approach. Analysis of the waste accumulation process indicates their significant quantitative growth and the necessity to take more effective actions for their disposal. Certain opportunities for solving the issues under consideration are provided by “green” technologies and cyclical economic models, which have been introduced into practice by a number of countries and have already largely revealed the hidden potential of these resources. In order to

revise the approaches to this problem, it is necessary to change its very vision and consider it from the point of view of secondary production resources, on the basis of which new efficient productions can be created. Particular attention in the work is paid to the waste related to the agricultural sector (AS). The article presents the most promising areas for secondary resources recycling. Conclusions are made about the need for a radical change in views on the production of consumer goods (using the example of the AS) and the creation of an industry infrastructure for the rapid exchange and trade in secondary raw materials.

Keywords: waste, recycling, utilization, agro-industrial complex, agriculture, circular economy

DOI 10.21777/2587-554X-2024-2-71-79

Введение

В XXI веке накопление, недостаточная и нерациональная утилизация отходов производства и потребления могут стать причиной мировой экологической катастрофы. При нынешнем росте населения и существующей системе переработки мусора его объемы будут увеличиваться год от года. По оценкам Всемирного банка в настоящее время производится до 2,24 млрд тонн твердых коммунальных отходов (далее – ТКО). При сохранении имеющейся тенденции к 2050 году цифра возрастет до 3,88 млрд тонн¹. При этом темпы роста отходов по странам различаются в зависимости от уровня доходов.

Так, в странах с низким уровнем доходов до 90 % мусора отправляется на нерегулируемые и несанкционированные свалки или сжигается. Подобная практика приводит к быстрому загрязнению окружающей среды, негативно отражается на здоровье местного населения, создает угрозу экологии прилегающих стран и регионов.

Складирование твердых коммунальных отходов, особенно биологических или пищевых, на неконтролируемых свалках, под воздействием погодных факторов начинает провоцировать процессы гниения, образование метана, что служит питательной средой для инвазионных форм жизни, которые атакуют и вытесняют местную флору и фауну, качественно меняя биологическую среду обитания самого человека [1]. Проблема не имеет административных границ, поскольку неуправляемое складирование ТКО с течением времени может катастрофически отразиться не только на местном биоразнообразии, но и на экологии других регионов и прилегающих стран вследствие возможности переноса отходов воздушными массами, подземными водами, живыми организмами.

Развитые страны на протяжении многих лет пытаются решить проблему управления отходами, но далеко не всегда успешно. Основные трудности связаны с отсутствием финансирования на модернизацию всей системы утилизации, поэтому в развивающихся странах объемы ТКО продолжают расти. По Индексу загрязнения, приведенному в глобальной базе данных Numbeo, по итогам 2023 года лидером стал Китай – 79,3 %, на втором месте Иран – 75,3 %; на третьем Пакистан – 73,6 %, на четвертом – Индия – 73 % (рисунок 1).

Россия по этому показателю находится на 8-м месте (60,9 %), что существенно выше, чем у таких стран, как Великобритания – 40,4 %, Испания – 39,6 %, Германия – 28,8 %, Австралия – 25,4 %.

Данная проблема является актуальной для всех стран мира. Потребительское отношение к природным ресурсам и игнорирование границ биологических экосистем привели к существенному ухудшению экологической ситуации на всей планете. Поэтому все чаще используются подходы к переработке ТКО с позиции экономической целесообразности и рационального природопользования [2]. Особое внимание в нашем исследовании уделяется отраслям агропромышленного комплекса и его производственной специфике. Сельское хозяйство важно для национальной экономики, не только обеспечивая продовольственную безопасность, но и производя на экспорт продовольственное сырье. Нарастание объемов производства сельскохозяйственной продукции в свою очередь инициирует рост выхода побочной продукции, являющейся специфичным вторичным ресурсом, который может стать основой нового вторичного производства [3]. Данный вектор экономики АПК получил развитие в рамках цикличного подхода к цепочке производства стоимости.

¹ Solid Waste Management. – URL: <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/brief/solid-waste-management> (дата обращения: 18.01.2024). – Текст: электронный.

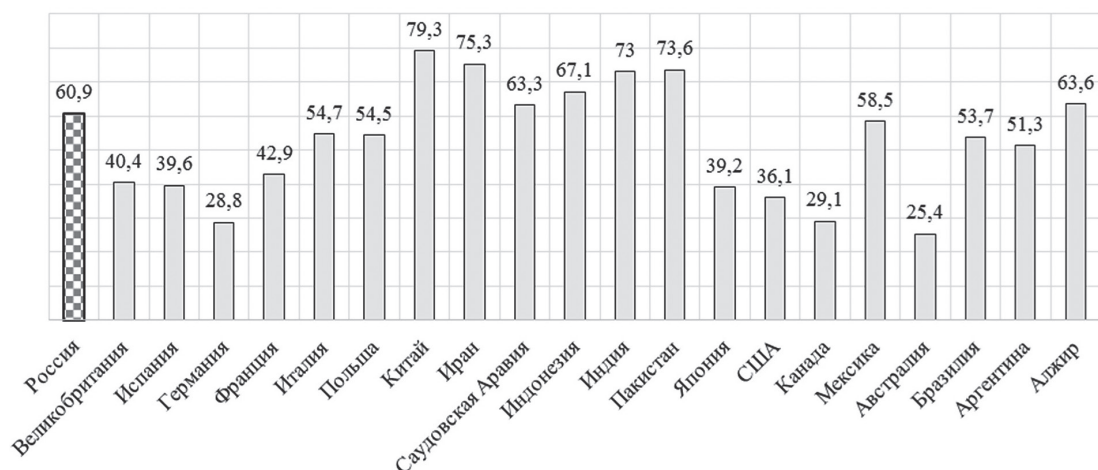


Рисунок 1 – Индекс загрязнения по странам мира в 2023 году²

Использование моделей замкнутого цикла при производстве продукции

Линейные модели экономического развития, доминирующие последние десятилетия в экономиках многих стран, уступают место новому циклическому подходу (экономике замкнутого цикла). В процесс трансформации экономического уклада вовлечены государство, создающее условия для внедрения циклических решений, бизнес-структуры, обеспечивающие реализацию новых «зеленых» проектов, население, демонстрирующее новый взгляд на проблему утилизации отходов.

Перевод линейной производственной модели на циклическую требует от бизнеса четкого понимания конечных целей и ответственного отношения к происходящему процессу. Трансформационные преобразования моделей – это дополнительные финансовые затраты для бизнеса и новые перспективные направления развития.

Циклические модели (модели замкнутого цикла) не только призваны менять само видение производственного процесса, но имеют также скрытый экономический потенциал (снижение себестоимости производства, сокращение углеродного следа, государственная поддержка экологических проектов уменьшает зависимость от стоимости сырья и материалов, расширяет рынки сбыта продукции и товарный ассортимент). Циклические модели стимулируют и активизируют технологические, организационные, социальные инновации по всей цепочке создания стоимости (от этапа проектирования до этапа утилизации отходов).

На рисунке 2 представлены наиболее типичные бизнес-модели систем замкнутого цикла, применяемые в различных странах и регионах. Каждая модель включает в себя множество инструментов и алгоритмов реализации циклических решений, адаптированных к потребностям региона и ее населения.

Рассмотрим подробнее представленные пять типов бизнес-моделей.

1. Модель поставок замкнутого цикла: в ее основе лежит принцип замены первичных ресурсов на рекуперированные и биоосновные. Главная идея этой модели заключается в том, что процесс утилизации продукта представляет собой начало процесса ее переработки. С этой целью уже на стадии проектирования продукта необходимо планировать его последующее использование. Примерами рекуперации являются переработка текстиля, магнитов, металлолома, полимеров и др. В качестве примеров применения биоосновных материалов можно назвать производство биокomпозитов, целлюлозы, волокна для замены натуральной древесины.

2. Модель рекуперации ресурсов: в основу заложена идея производства вторичного сырья из отходов с применением технологий апсайклинга (производство более высококачественной продукции), даунсайклинга (производство более низкогокачественного продукта), промышленного симбиоза (отходы одного производства служат сырьем для другого).

² Источник: Индекс загрязнения по странам. 2024 (https://www.numbeo.com/pollution/rankings_by_country.jsp?title=2014).

3. Модель сервисного обслуживания: предлагается комплексное сервисное обслуживание в процессе предоставления продуктов и товаров. В структуру модели входят три модуля: товаро-ориентированный модуль – включение в предложение по товару послепродажного обслуживания; клиент-ориентированный модуль – предоставление временного доступа к пользованию товаром; результат-ориентированный модуль – оплата после получения ожидаемого результата от использования или владения товаром.

4. Модель продления сроков службы изделий: для увеличения срока службы изделия необходимо его тщательное проектирование, наличие возможности для восстановления и повторного использования. Возможные направления повторного использования, в том числе в качестве вторичного ресурса закладываются уже на этапе проектирования.

5. Модель совместного использования: основная идея – дозагрузить или более интенсивно задействовать активы компании посредством IT-платформ, с помощью которых потребители могут искать необходимые ресурсы, покупать их или сдавать в аренду.



Рисунок 2 – Типовые циклические бизнес-модели³

Итак, видим, что практика сформировала основные алгоритмы циклического потребления и использования некоторых ресурсов, но, к сожалению, объем их применения остается невысоким. В целом по всем отраслям народного хозяйства его уровень составляет 5–10 %. И это доказывает, что российский рынок вторичных ресурсов в настоящее время находится только на стадии становления. Сейчас циклические модели внедряются лишь по инициативе бизнеса, который видит их значительный потенциал. Основным барьером для широкого использования циклических моделей является нехватка финансовых средств на модернизацию и перепрофилирование производства с линейной модели на циклическую. Реализация таких проектов доступна для крупных частных компаний, располагающих достаточными средствами для проведения поиска и внедрения рециклинговых инновационных технологий.

В моделях замкнутого цикла необходимо однозначное разделение циклов на биологический и технический. Основное отличие между ними заключается в четкой дифференциации органических и синтетических компонентов [4]. Органика возвращается в природную среду, где происходит ее естественный распад, то есть проходит биологический цикл. Синтетика же направляется в производство для повторного применения, то есть проходит технический цикл. Алгоритм их работы представлен на рисунке 3.

³ Составлено авторами по материалам «Экономика замкнутого цикла». Обзор международных подходов (<https://www.economy.gov.ru/material/file/55fc716c49b06e62a652d101b1be8442/220414.pdf>).

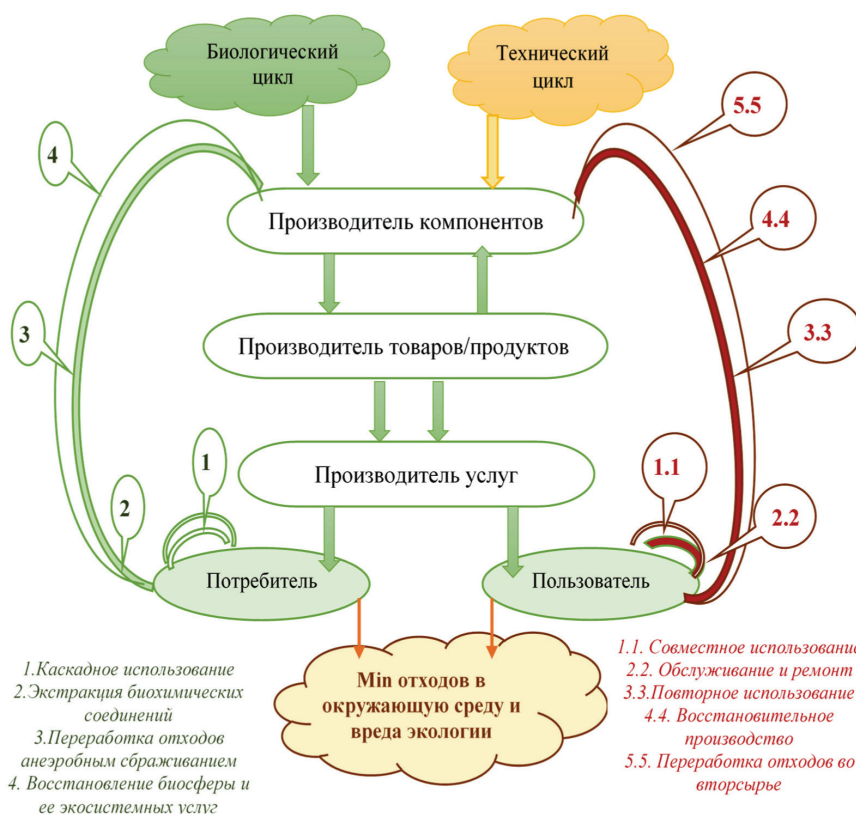


Рисунок 3 – Ключевые алгоритмы биологического и технического циклов⁴

Особенности биологического цикла позволяют компенсировать природе нанесенный урон через механизм возврата части природных материалов (органические удобрения, биогазы, биокомпост, корма для животных), способных стать основой питания природных организмов. Соответственно специфика технического цикла заключается в возможностях повторного применения синтетических материалов (пластик, металл, синтетические химикаты), которые не подвергаются разложению и засоряют окружающую среду. Применение модели замкнутого цикла для всех категорий мусора и вторичного сырья в комплексе снижает антропогенную нагрузку на 40–60 %. Кроме того, появляются дополнительные ресурсы и активы для производителей и доходная составляющая бюджета государства от «зеленого» эффекта.

Применение моделей замкнутого цикла в агропромышленном комплексе

Традиционно отрасли АПК являются отходоемкими, так как до 70 % произведенного сырья может оставаться на предприятиях в качестве побочной продукции [5]. По официальным подсчетам, в сфере АПК в результате работы по двум основным направлениям – производству и переработке сельскохозяйственной продукции ежегодно образуется около 50 млрд тонн отходов. В среднем выход основного сельскохозяйственного продукта составляет 30–40 % от произведенного сырья, 10–15 % приходится на потери в процессе сбора урожая или транспортировки продукции, 20–30 % – на побочную продукцию, остальные 30–40 % – на готовую продукцию. До 40 % готовой продукции не используется полностью и переходит в категорию бытовых отходов, которые содержат большое количество полезных фракций и могут быть использованы во вторичном производстве при наличии соответствующей перерабатывающей инфраструктуры⁵.

⁴ Составлено авторами по материалам «Экономика замкнутого цикла. Обзор международных подходов». 2024 (<https://www.economy.gov.ru/material/file/55fc716c49b06e62a652d101b1be8442/220414.pdf>).

⁵ What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. – URL: <https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/> (дата обращения: 10.02.2024). – Текст: электронный.

Продукцию сферы АПК подразделяют на основную и побочную, потери и отходы. В настоящее время до 90 % всей побочной продукции и отходов утилизируются. Но следует отметить, что они, по сути, являются вторичными ресурсами и предоставляют новые возможности для развития производства на их базе. В сфере АПК фактически 80 % отходов и побочной продукции может быть отправлено на переработку и в смежные производства.

Согласно отчетам Росстата, за последние годы объемы отходов в отрасли «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство» остаются примерно на одном уровне (рисунок 4).

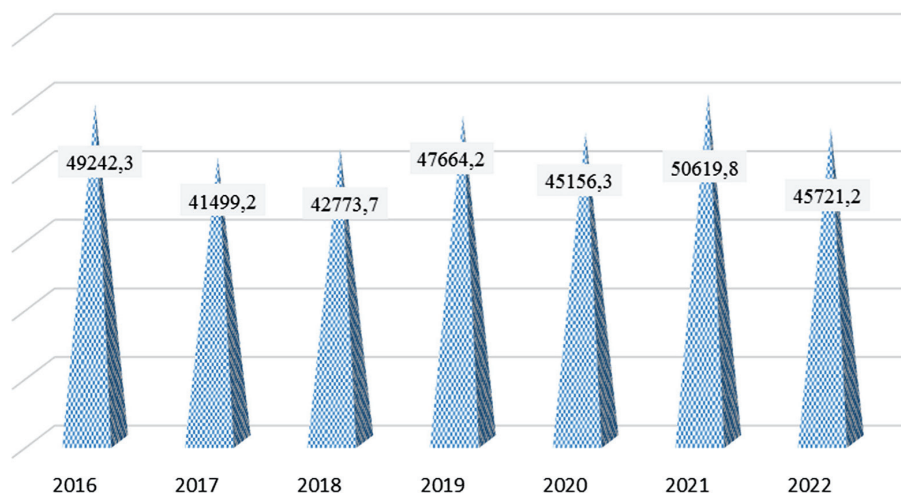


Рисунок 4 – Динамика образования отходов АПК за период 2016–2022 гг., млн тонн⁶

Стабильность уровня отходов доказывает, что новые технологии переработки в отраслях АПК в должном объеме не применяются. Хотя в настоящее время их интенсивное развитие дало бы возможность глубокой переработки побочной продукции и отходов для производства новых товаров с высокой общественной полезностью. Таким образом, мало применяемое и неприменяемое сырье АПК могло бы перейти в другую качественную категорию, приобрести статус товара, что повысило бы рентабельность предприятия.

АПК достаточно структурированная сфера, в составе которой выделяются три основные отрасли – животноводство (включая птицеводство), растениеводство и перерабатывающее производство. На рисунке 5 приведены средние объемы генерации отходов данными отраслями.

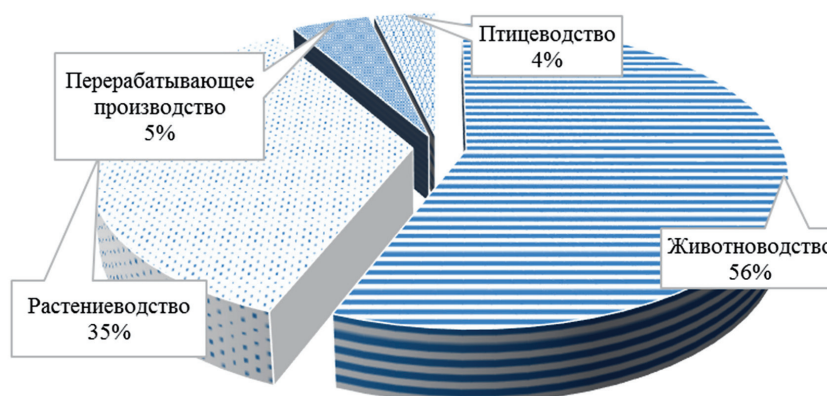


Рисунок 5 – Объемы образования отходов АПК по отраслям⁷

⁶ Промышленное производство в России. 2023: стат. сб. / Росстат. – Москва, 2023. – С. 220–221.

⁷ Составлено авторами по материалам «Удобрения из навоза: что тормозит стартапы по переработке органики». 2024 (<https://nsk.rbc.ru/nsk/17/08/2023/64d59b349a7947857401c7c5>).

Биологические циклы в АПК подразделяются по указанным отраслям, но постоянно между ними происходит перераспределение ресурсов, так как отходы одной отрасли служат для производства продукции смежной отрасли.

На рисунке 6 представлен возможный выход вторичного сырья по итогам одного сельскохозяйственного цикла. Из рисунка видно, что по трем основным направлениям АПК генерируются различные виды отходов, одновременно выступающие вторичными сырьевыми ресурсами [6]. Производимые в животноводстве сырьевые ресурсы направляются в переработку для генерации различных товаров и продуктов, а побочная продукция (навоз) является органическим удобрением в растениеводстве. В свою очередь, в растениеводстве создаются кормовая база для животноводства и сырьевая растительная база для дальнейшей переработки. В перерабатывающей отрасли производятся минеральные удобрения для растениеводства и кормовые добавки и премиксы для животноводства.



Рисунок 6 – Виды и кругооборот образующихся отходов в сфере АПК по отраслям⁸

Кругооборот вторичных сырьевых ресурсов в сфере АПК происходит не только в рамках биологических, но и технических циклов [7]. Поскольку существуют сельскохозяйственное машиностроение, специализирующееся на техническом оснащении и модернизации сельскохозяйственного производства, энергетические производства, направленные на получение альтернативного топлива из отходов животноводства и растениеводства и т.д. [8].

В сфере АПК переход на циклическую экономику может обеспечить следующие виды эффектов:

- во-первых, максимальное сокращение использования внешних материальных ресурсов, минимизацию негативного воздействия на окружающую среду (через механизмы оборотного водоснабжения и исключения выброса сточных вод) и сокращение производственных потерь по всей цепочке формирования стоимости продуктов питания;
- во-вторых, снижение продовольственных потерь при транспортировке, реализации и потреблении готовых продуктов питания. Согласно подсчетам, около 17 % всего произведенного продовольствия становятся отходами, в которых доля домохозяйств составляет более 60 %⁹. Поэтому необходимо создание комплексной системы обращения с продовольственными товарами, при которой ведется чет-

⁸ Источник: Голубев И.Г., Шванская И.А., Коноваленко Л.Ю., Лопатников М.В. Рециклинг отходов в АПК: справочник. – Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. – 296 с.

⁹ Положение дел в области продовольственной безопасности и питания в мире. 2023. – URL: <https://nsk.rbc.ru/nsk/17/08/2023/64d59b349a7947857401c7c5> (дата обращения 07.03.2024). – Текст: электронный.

кий учет их потребления и образования пищевых отходов, разрабатываются варианты для переработки таких отходов и направления для повторного применения;

– в-третьих, формирование информационной площадки взаимодействия сельскохозяйственных товаропроизводителей, которая обеспечит дополнительные возможности для обмена ресурсами, опытом, совместного инвестирования.

Заключение

Проблема переработки отходов сферы АПК не теряет своей актуальности последние 20 лет. Еще в 2011 году в справочнике «Рециклинг отходов в АПК» [9] были приведены основные направления использования, технологии по переработке вторичных сырьевых ресурсов и отходов на пищевые, кормовые и технические цели, внедрение которых могло бы привести к развитию как АПК, так и экономики страны в целом. Более поздние разработки российских отраслевых НИИ в сфере АПК доказали, что побочная продукция сельского хозяйства может быть ценным энергетическим ресурсом вторичного производственного цикла для генерации биоэнергии, органических удобрений, товаров потребительского спроса.

Тем не менее, побочная продукция сельского хозяйства до сих пор широко не используется, в то время как ее объемов вполне достаточно для создания базовых предприятий нового поколения перерабатывающих отраслей экономики, работающих на вторичных ресурсах¹⁰.

Реализация принципов циклической модели производства (экономики закрытого цикла) в отраслях АПК открывает новые перспективы для вторичных производств по переработке компоста, получению биоэнергии, производству кормов, созданию энергетических запасов и др.

Развитию данных направлений препятствует, прежде всего, отсутствие отраслевой инфраструктуры, взаимоувязывающей производителей и переработчиков сельскохозяйственного сырья, транспортные и логистические компании, крупные продовольственные базы и ритейлы. Необходимо более активное внедрение новых технологий переработки сырья и вторичных ресурсов в производственные процессы, что в итоге может принести предприятиям дополнительную прибыль и одновременно снизить нагрузку на окружающую среду. Таким образом, только системный подход к решению данной проблемы позволит сократить объемы образования и накопления отходов в сфере АПК и будет способствовать сохранению экологического баланса.

Нужно помнить, что уже сейчас до 35 % материалов в экономике входит в состав продукции с коротким сроком годности, текущие темпы добычи и обработки ресурсов являются причиной потери 90 % биоразнообразия и 50 % роста парниковых газов, а треть всех продуктов питания попадает на мусорный полигон.

Список литературы

1. Дорощева Н.Л., Викулова А.П. Способы утилизации материалов // XXI век. Техносферная безопасность. – 2022. – Т. 7, № 1. – С. 21–25.
2. Островский Н.В. Обращение с отходами. – Москва: Дашков и К°, 2022. – 538 с.
3. Васина М.В., Бруева О.Ю. Пути решения проблем в области обращения с отходами // Молодой ученый. – 2015. – № 19. – С. 90–92.
4. Баутин В.М., Шаталов М.А. Направления развития системы глубокой переработки отходов промышленно-производственных подсистем АПК // Экономика. Инновации. Управление качеством. – 2015. – № 3 (12). – С. 72–73.
5. Мычка С.Ю., Шаталов М.А. Формирование системы глубокой переработки отходов промышленно-производственных подсистем АПК // Агротехника и энергообеспечение. – 2015. – № 3. – С. 185–189.
6. Антоненко Д.А. Сложный компост и его использование для сохранения плодородия сельскохозяйственных земель // Экологический Вестник Северного Кавказа. – 2016. – Т. 12, № 2. – С. 76–81.

¹⁰ Стоит отметить, что нечто подобное имеет место и в других отраслях, например, в газовой отрасли, где до 90 % попутного газа сжигается в факелах, хотя и является важным ресурсом для нефтехимии.

7. Пахомова Н.В., Рихтер К.К., Ветрова М.А. Переход к циркулярной экономике и замкнутым цепям поставок как фактор устойчивого развития // Вестник СПбГУ. Экономика. – 2017. – Т. 33, № 2. – С. 244–268.
8. Gorlov I.F., Fedotova G.V., Glushchenko A.V., Slozhenkina M.I., Mosolova N.I. Digital technologies in the development of the agro-industrial complex // Digital Economy: Complexity and Variety vs. Rationality. Ser. "Lecture Notes in Networks and Systems". – 2020. – P. 220–229.
9. Голубев И.Г., Шванская И.А., Коноваленко Л.Ю., Лопатников М.В. Рециклинг отходов в АПК: справочник. – Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. – 296 с.

References

1. Dorofeeva N.L., Vikulova A.P. Sposoby utilizacii materialov // XXI vek. Tekhnosfernaya bezopasnost'. – 2022. – Т. 7, № 1. – С. 21–25.
2. Ostrovskij N.V. Obrashchenie s othodami. – Moskva: Dashkov i K°, 2022. – 538 s.
3. Vasina M.V., Brueva O.Yu. Puti resheniya problem v oblasti obrashcheniya s othodami // Molodoj uchenyj. – 2015. – № 19. – С. 90–92.
4. Bautin V.M., Shatalov M.A. Napravleniya razvitiya sistemy glubokoj pererabotki othodov promyshlenno-proizvodstvennyh podsystem APK // Ekonomika. Innovacii. Upravlenie kachestvom. – 2015. – № 3 (12). – С. 72–73.
5. Mychka S.Yu., Shatalov M.A. Formirovanie sistemy glubokoj pererabotki othodov promyshlenno-proizvodstvennyh podsystem APK // Agrotekhnika i energoobespechenie. – 2015. – № 3. – С. 185–189.
6. Antonenko D.A. Slozhnyj kompost i ego ispol'zovanie dlya sohraneniya plodorodiya sel'skohozyajstvennyh zemel' // Ekologicheskij Vestnik Severnogo Kavkaza. – 2016. – Т. 12, № 2. – С. 76–81.
7. Pahomova N.V., Rihter K.K., Vetrova M.A. Perekhod k cirkulyarnoj ekonomike i zamknutym cepyam postavok kak faktor ustojchivogo razvitiya // Vestnik SPbGU. Ekonomika. – 2017. – Т. 33, № 2. – С. 244–268.
8. Gorlov I.F., Fedotova G.V., Glushchenko A.V., Slozhenkina M.I., Mosolova N.I. Digital technologies in the development of the agro-industrial complex // Digital Economy: Complexity and Variety vs. Rationality. Ser. "Lecture Notes in Networks and Systems". – 2020. – P. 220–229.
9. Golubev I.G., Shvanskaya I.A., Konovalenko L.Yu., Lopatnikov M.V. Recikling othodov v APK: spravochnik. – Moskva: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2011. – 296 s.