

# ЭКОНОМИКА ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА И ИННОВАЦИИ

DOI: 10.37930/1990-9780-2024-2-80-141-153

*Е. В. Ситников<sup>1</sup>, О. Е. Рязанова<sup>2</sup>*

## ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ОТРАСЛИ ПО ОБРАБОТКЕ, УТИЛИЗАЦИИ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЮ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ В РОССИИ

Показано, что в России практически отсутствуют организационные и технологические инновации, позволяющие минимизировать количество захораниваемых отходов, максимально обеспечив при этом ресурсосбережение, повторное вовлечение в хозяйственный оборот утилизируемых компонентов отходов в качестве сырья, материалов, изделий; превращение отходов во вторичное сырьё для изготовления новой продукции и получения энергии. Также отсутствует система управления отходами, а их образование и движение остаются практически бесконтрольными. Исследование направлено на выявление экономических, финансовых, научно-технологических, организационно-правовых проблем и недостатков действующих методов, механизмов и инструментов по переработке и утилизации отходов; обоснование необходимости повышения эффективности и конкурентоспособности новой отрасли путём совершенствования организации и управления жизненным циклом отходов, внедрения инновационных технологий и развития межгосударственного сотрудничества.

*Ключевые слова:* циркулярная экономика, обращение с отходами, вторичные ресурсы и сырьё, организационные и технологические инновации.

УДК 338.012

---

<sup>1</sup> *Евгений Викторович Ситников*, доцент Российского химико-технологического университета имени Д. И. Менделеева (125047, РФ, Москва, Миусская пл., 9, стр.1), канд. экон. наук, доцент, e-mail: e.sitn@yandex.ru

<sup>2</sup> *Олеся Евгеньевна Рязанова*, профессор Московского государственного института (университета) международных отношений МИД России (119454, РФ, Москва, пр. Вернадского, 76), д-р экон. наук, профессор, e-mail: afinna2011@yandex.ru

### **Введение**

В соответствии с государственной экологической политикой устойчивого развития и мировыми трендами в России формируется и развивается в долгосрочной перспективе отрасль по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления (далее – новая отрасль). Однако, несмотря на отдельные успехи, с помощью существующих организационно-правовых механизмов, инструментов и технологий рыночной экономики новую отрасль не удастся создать в намеченных масштабах и в заявленные сроки.

*Научная новизна исследования* состоит в обосновании:

- применения методов планирования и прогнозирования, организации и управления жизненным циклом отходов;
- необходимости разработки инновационных процессов, обеспечивающих экологичность, безопасность, добавленную стоимость/эффективность и конкурентоспособность продуктов, получаемых при обращении отходов;
- взаимосвязанности процессов производства, переработки и утилизации отходов с успешным развитием национальной инновационной системы<sup>3</sup>, активным участием бизнеса в этих процессах, а также с повышением платёжеспособности населения России;
- изменения бизнес-модели при резком увеличении объёма конкретного отхода и привлечении к разработке технологии его переработки не только стартапов, но и крупных научных организаций, способных быстро проводить фундаментальные и поисковые исследования по проблеме, а также использовать опыт межрегионального, межотраслевого и межгосударственного сотрудничества.

*В основу методологии исследования* положены диалектический метод, общенаучные и чисто экономические методы (в частности микро- и макроанализ), применялся также прагматический метод исследования. В методологии использовались системно-ситуационный анализ практики хозяйственной деятельности; сочетание динамического отраслевого развития и нормативного анализа, позволяющее оценить влияние инновационных технологий на устойчивый рост отрасли; системно-ситуационный анализ практики хозяйствования организаций.

*Практическая значимость исследования* – возможность применения разработанных рекомендаций в практике организационно-экономического обеспечения внедрения инновационных технологий в новую отрасль на основе развития межотраслевого, межрегионального и межгосударственного сотрудничества.

### **Анализ основных экономических проблем и недостатков переработки и утилизации отходов производства и потребления**

По данным Минприроды РФ, ежегодно образуется около 5,4 млрд тонн всех видов отходов и около 375 млн тонн требуют особых условий промышленной переработки<sup>4</sup>, т. е. развитой централизованной системы раздельного сбора мусора и ква-

---

<sup>3</sup> Федеральная региональная экономическая система, представляющая собой совокупность хозяйствующих субъектов, которые взаимодействуют в процессе производства, распространения и использования нового экономически выгодного знания, направления деятельности которого определяются государственной экономической политикой и регламентируются правовой базой.

<sup>4</sup> Экологический вопрос: насколько успешен раздельный сбор мусора в странах БРИКС. <https://nkibrics.ru/posts/show/5d70dee8627269166c460000> (дата обращения: 23.02.2024).

лифицированной вторичной переработки отходов, что является серьёзной и медленно решаемой проблемой. Анализ реализации проектов показал, что основной причиной этого является первичность поставленных экологических целей по сравнению с главной целью рыночной экономики – получением прибыли. Это объясняет отсутствие заинтересованности большинства потенциальных инвесторов в развитии новых технологий, производств переработки отходов и всего направления в целом.

При использовании существующих бизнес-моделей, технологий и выделенных ресурсов главная цель бизнеса оказывалась недостижимой, так как уровень рыночной рентабельности по чистой прибыли не превышает ставку дисконтирования. К этому приводили и увеличение отходов высокого класса опасности; затратность и трудоёмкость утилизации твёрдых коммунальных и смешанных с токсичными примесями отходов; длительные сроки реализации намеченных мероприятий, отсутствие эффективного государственно-частного партнёрства, межрегионального и межотраслевого взаимодействия; недостаточная финансовая поддержка государства для создания в России полноценной эффективной отрасли промышленности в этой сфере; слабое развитие рынка вторичного сырья; низкая платёжеспособность населения и др. [1, с. 93–103; 2, с. 1943–1962; 3, с. 457–466]. По итогам 2022 г. на утилизацию была отправлена половина твёрдых коммунальных отходов (ТКО), а в целом утилизация отходов в России достигла 11,9 %. Согласно национальному проекту «Экология», к 2030 г. объёмы захоронения ТКО необходимо сократить до 50 %, а сортировку ТКО повысить до 100 % и тем самым снизить экологическую нагрузку на население<sup>5</sup>.

До настоящего времени в России из-за недофинансирования, слабой организации, недостаточного законодательного обеспечения и контроля проводимых работ не сформирован отраслевой научно-технический и производственно-объектовый потенциал со всей необходимой инфраструктурой. Отмечаются неполная загрузка некоторых созданных мощностей, недостаточное межотраслевое и межрегиональное взаимодействие, отсутствие межгосударственного сотрудничества. В России утрачены советские механизмы раздельного сбора отходов. Уровень переработки отходов пластиковой тары и упаковки, по разным оценкам, составляет от 7 до 15 %, а в ЕС и США – 40...70 % [4, с. 16–23]. В составе общего потока отходов на полигонах, «серых» и нелегальных свалках присутствуют опасные и токсичные отходы. Утилизация отходов полигонов осуществляется медленно, требуется переход к современным методам переработки (анаэробное компостирование, анаэробная конверсия в биогаз + когенерация, сжигание + когенерация) и использования дорогостоящего оборудования.

Кроме капитальных затрат заметно растут операционные расходы, в меньшей степени – при предварительной сортировке «свежих» отходов, позволяющей получать дополнительную выручку от использования некоторых компонентов. Как показывает опыт ЕС, для рентабельной переработки отходов с помощью современных способов необходимы более высокие тарифы, что проблематично из-за низкой платёжеспособности населения РФ [5, с. 24–29]. Слабо ведутся работы по новым инновационным и усовершенствованным технологиям обработки и применения вторичных ресурсов, которые должны осуществляться в увязке со Стратегией научно-технологического развития РФ № 642 от 1.12.2016 г. и более поздними документами

---

<sup>5</sup> Учёные оценили установку «Роснано», которая разлагает мусор на молекулы // РБК. URL: [https://www.rbc.ru/technology\\_and\\_media/11/01/2024/659e57229a794744a21b28cd?from=copy](https://www.rbc.ru/technology_and_media/11/01/2024/659e57229a794744a21b28cd?from=copy) (дата обращения: 30.01.2024).

по этому направлению. Инновационные технологии, разрабатываемые в вузах, академических и научно-технологических центрах, нацелены (с учётом выделяемого финансирования) на формирование шестого технологического уклада и только отдельные из них занимаются разработками, позволяющими повысить экологическую безопасность и ресурсосбережение в процессах действующих производств.

Федеральный проект «Внедрение наилучших доступных технологий»<sup>6</sup> направлен на реализацию одного из основных механизмов повышения экологической эффективности переработки отходов – на эколого-технологическую модернизацию производства, повышение производительности и качества утилизации отходов с использованием передовых новейших технологий. Однако дефицит бюджета, недостаток средств на счетах предпринимателей, дорогие кредиты и перенос инвестиций в оборонный комплекс осложняют ситуацию и отодвигают сроки проведения намеченных мероприятий. Вместе с тем отметим, что снижение объёмов образования отходов и возврат их во вторичное использование – основные задачи обеспечения экологической безопасности страны<sup>7</sup>. Следовательно, необходимы прогнозирование, планирование, организация и управление жизненным циклом отходов, а также ускорение процесса разработки новых инновационных технологий.

#### **Прогнозирование и планирование, организация и управление жизненным циклом отходов в рамках формирования в РФ новой отрасли промышленности**

Как известно, жизненный цикл товара – это время, в течение которого товар обращается на рынке: с момента его выхода на рынок до ухода с рынка. Этот подход можно использовать для понимания жизненного цикла отдельного вида отходов, который имеет свои особенности. Тогда жизненный цикл отходов – это время, в течение которого отход, обращаясь на рынке, превращается в результате переработки в товар и другой вид отхода – вплоть до его утилизации. При этом конкретные отходы в каком-либо производстве до дальнейшей переработки будут иметь паспорт отхода с определёнными характеристиками, которые зависят от сырья, используемого для его получения, оборудования и технологии. В зависимости от характеристик отходов они могут без глубокой переработки применяться в разных областях, а при использовании глубоких технологий переработки – в качестве различных товаров и новых отходов. Таким образом, инновационная технология переработки создаёт из определённого вида отхода товар и другой вид отхода, но в меньшем количестве. В этом и заключается принцип малоотходного производства.

Технологии, пришедшие им на смену, производят отходы с другими техническими характеристиками, которые требуют новых технологий обращения, вплоть до утилизации отхода или применения безотходных технологий. Так формируется комплексный системный подход к управлению не только вторичными ресурсами (материальными и энергетическими), полученными из отходов, и вторичным сырьём – посредством повы-

---

<sup>6</sup> Паспорт федерального проекта «Внедрение наилучших доступных технологий» // Гарант. URL: <https://www.garant.ru/files/1/0/1403501/pasport-federalnogo-proekta-vnedrenie-nailuchshih-dostupnyh-tehnologiy.pdf> (дата обращения: 30.01.2024).

<sup>7</sup> Указ Президента РФ от 02.07.2021 №400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации». URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/47046> (дата обращения: 5.01.2024).

шения эффективности использования ресурсов на протяжении всего жизненного цикла за счёт более устойчивого (рационального) производства, обработки и использования природных и техногенных ресурсов, но и циркулярными бизнес-моделями в целом. Инновационные технологии, бизнес-модели, стратегии и актуальные концепции экологического и устойчивого предпринимательства описываются в публикациях [6].

Отходы производства после сортировки и переработки становятся важными вторичными ресурсами, поэтому для построения устойчивого будущего целесообразно применение методологий планирования (прогнозирования), организации и управления их обращением.

При разработке и внедрении инновационных проектов как части стратегии компании необходим тщательный анализ внутренней и внешней среды проекта [7]. Планирование (прогнозирование) использования отхода как сырья для последующего производства предполагает определение его качества и количества, пригодного для вовлечения в промышленный оборот. Так как системы сортировки и первичной переработки некоторых видов отходов можно считать отлаженными, а минимальное количество их поставок предприятиям – стабильным, можно прогнозировать и планировать их поставки на уровне регионов. Количество тепловой и электрической энергии можно учитывать в региональных тепловых или энергетических балансах. Это позволяет систематизировать все полученные результаты и применять их для расчёта планируемых (прогнозируемых) показателей использования вторичных ресурсов по стране, постоянно возрастающих по мере развития отрасли промышленности в условиях циркулярной экономики.

Организация переработки отходов как способ упорядочения деятельности должна предполагать разработку и внедрение инновационных технологий сортировки и переработки отходов, позволяющих максимально эффективно использовать вторичные отходы и минимизировать их воздействие на окружающую среду при утилизации. Методология управления предполагает логическую схему действий, основанную на понимании путей, средств и возможностей достижения поставленных целей, поэтому система управления отходами должна включать в себя комплекс мероприятий по сбору, транспортировке, переработке, вторичному использованию или утилизации отходов.

Планированием и прогнозированием, организацией и управлением должна заниматься формирующаяся новая отрасль промышленности, контролирующая все происходящие процессы. Создание такой системы позволит оценивать жизненный цикл отходов, а полученные данные по стране в целом – использовать для определения показателей развития отрасли и оценки её эффективности.

### **Основные требования к инновационным технологиям переработки и утилизации отходов**

Основной предпосылкой повышения эффективности и конкурентоспособности новой отрасли является развитие «природоподобных» безопасных технологий, приводящих к увеличению выхода целевых продуктов, уменьшению отходов в отраслях и выбросов вредных веществ в воздух. Желательно, чтобы отходы были биоразлагаемыми или требовали меньших затрат на рециклинг, переработку и утилизацию. Для этого необходим переход на известные принципы малоотходных и безотходных технологий. В современных условиях выполнить указанное требование в большинстве случаев чрезвычайно трудно из-за состояния науки в РФ и недостаточного инвестирования её развития (даже с использованием грантов на создание при-

родоподобных технологий); санкций по поставке импортного оборудования и комплектующих; низкой платёжеспособности населения при повышении тарифов на переработку отходов и др. Однако при модернизации технологий, чтобы улучшить существующее положение, можно:

– использовать экологичные растворители вместо токсичных органических и хлорорганических (бензола, толуола, хлороформа), которые в конечном итоге оказываются в отходах и требуют последующей утилизации;

– отказаться от ряда токсичных катализаторов, традиционно применяющих соединения тяжёлых металлов (свинца, меди, хрома, палладия, платины, осмия), заменив их на менее токсичные или другие металлы, извлекаемые из отходов с меньшими затратами;

– разрабатывать процессы без наличия или с минимальным количеством токсичных или опасных веществ, предусмотрев технологии их извлечения из отходов и др.

В целях снижения всех видов издержек производства и получения добавленной стоимости продуктов необходимы новшества для переработки смешанных отходов и в разрезе фракций. Для сокращения организационных издержек это важно в процессе обращения технологий сортировки, технологий для полигонов, в бизнес-моделях и логистических решениях. При использовании информационно-коммуникационных технологий можно сократить издержки в системе обращения отходов. Носителями инновационных разработок должны стать стартапы – малые инновационные предприятия, осуществляющие научно-исследовательскую деятельность в области прикладных исследований и НИОКР. К сожалению, из-за ограниченных возможностей они не могут предоставить инвестору новую законченную технологию переработки отходов. В то же время действующая схема прямого взаимодействия инвесторов с крупными научно-исследовательскими институтами (НИИ) может обеспечить сотрудничество в разработке проектов инновационного промышленного объекта переработки отходов с проверенными, но морально устаревшими технологиями, что хорошо только для тиражирования таких технологий на территории РФ.

В России создано значительное количество стартапов, разработки которых могут стать платформой для внедрения морально новых технологий в строительстве профильных объектов [8, с. 155–169]. Мы предлагаем изменить организацию цикла проектирования и строительства объектов переработки: инвестор отбирает стартап, разрабатывающий инновационную технологию для профильного планируемого объекта, приобретая у него авторские права, патент, «ноу-хау» на технологию по результатам поисковых исследовательских работ. В дальнейшем инвестор по договору передаёт профильному крупному НИИ нематериальные активы, включая интеллектуальную собственность стартапа на технологию для объекта, с целью проведения опытно-конструкторских работ и разработки законченной технологии. Полученную от НИИ техническую документацию на инновационную технологию инвестор направляет проектной организации для разработки проекта и в дальнейшем – строительной организации. Одобрение руководства стартапов с оценкой его интеллектуальной собственности является ключевым вопросом такого подхода. Но при определённых условиях, включая решение вопросов собственности на законченную технологию (лицензию), возможны его варианты без продажи инвестору прав на недоработанную технологию, например, путём заключения соглашения всеми участниками. При таком подходе (с включением стартапа в инновационную технологическую цепочку) появляется возможность технологического прорыва в обращении отходов.

Реализация ключевых принципов циркулярной экономики станет возможной не только с помощью стартапов, но и успешного сотрудничества с академическими, отраслевыми институтами и научно-технологическими центрами. При этом для каждого из объектов с промышленными отходами может быть применена своя оптимальная технология вторичной переработки, и отход может быть возвращён в производственный цикл, переработан для других производств или квалифицированно утилизирован. Техничко-технологические характеристики применяемых экологических процессов должны обеспечивать высокий уровень безопасности, производительности труда и экономической эффективности на длительный период – до вывода технологии из эксплуатации или её замены.

Инновационные технологии могут изменить переработку отходов в различных отраслях промышленности, сделать её экологичной, безопасной и высокоэффективной, тогда инвесторы проявят интерес к таким технологиям. Аналогичный организационный подход при появлении крупных стартапов может быть применён к разрабатываемым технологиям шестого технологического уклада. В России существует ряд успешно реализованных проектов в области переработки отходов, вот некоторые примеры:

– после продолжительных испытаний по использованию в России и за рубежом отходов полиэтилентерефталата (ПЭТФ), полиэтилена высокой плотности (ПЭТ), полипропилена (ПП), а также принятия международных стандартов ISO серии 18600 по этим пластикам они получили вторую жизнь и практически полностью перерабатываются для изготовления ковров, искусственной шерсти, одежды и её утеплителей, сидений в салонах автомобилей, наполнителей для мягких игрушек и диванных подушек, мягких и твёрдых упаковок для продуктов питания и бытовых предметов [9, с. 32–40];

– Росатом вместе с Российским химико-технологическим университетом имени Д. И. Менделеева реализуют проект, в котором гальванические растворы и сточные воды от промышленных заводов обрабатываются химическими реагентами: из них удаляется вода, и полученный раствор превращается в безопасную соль, которая возвращается в хозяйственное производство как вторичное сырьё. Если по какому-либо компоненту на входном контроле фиксируется отклонение от допустимого уровня очистки, отходы подвергаются повторной обработке до тех пор, пока вторичное сырьё не станет безопасным<sup>8</sup>;

– по идеям советского и российского учёного А. И. Лейпунского и его коллег с сентября 2022 г. по настоящее время на Белоярской АЭС работает ядерный реактор БН-800 на быстрых нейтронах при практически полной загрузке МОКС-топливом, состоящим из обеднённого урана и плутония, извлечённого из отработанного ядерного топлива АЭС. Инновационная технология закрытого ядерно-топливного цикла масштабируется на Красноярском горно-химическом комбинате. Эта технология позволила получить дешёвую электрическую энергию, а реактор работает на топливе, которое он сам произвёл. Всё это реализовано впервые в мире в России. Выйти на полностью замкнутый цикл предполагается к 2029 г. на новых усовершенствованных реакторах<sup>9</sup>.

<sup>8</sup> URL: [//rusatom-energy.ru>media/rosatom-news/rosatom-i-...](https://rusatom-energy.ru/media/rosatom-news/rosatom-i-...) (дата обращения: 28.01.2024).

<sup>9</sup> *Топорков Р.* Реактор БН-800 проработал год на топливе из отработавшего ядерного топлива // Страна РОСАТОМ. URL: <https://strana-rosatom.ru/2023/11/16/reaktor-bn-800-prorabotal-god-na-toplive> (дата обращения: 28.01.2024).

### **Применение искусственного интеллекта для разработки инновационных технологий в обращении с отходами**

Системы искусственного интеллекта (ИИ) всё больше используются во многих сферах деятельности для решения прикладных задач. К основным преимуществам ИИ относятся:

– высокоскоростная обработка больших массивов данных, анализ их с помощью интеллектуальных алгоритмов для последующего автоматического обучения с получением в расчётах искомого результата;

– вычислительная техника и сервисы ИИ по обработке данных и поиску решения выполняют вычисления быстрее и качественнее, чем люди, что позволяет успешно решать задачи, не требующие больших затрат;

– совершенствование методов анализа расширяет круг решаемых задач и позволяет использовать интеллектуальные машины (роботы) в местах, представляющих опасность для человека.

Машины с ИИ помогут упразднить некоторые рабочие места и даже отдельные профессии, где требуются шаблонные и повторяющиеся действия, а также безошибочная и быстро выполняемая работа. Поэтому технологическое использование ИИ в формирующейся отрасли началось с роботизированной сортировки твёрдых бытовых и промышленных отходов. При этом используются свёрточные нейронные сети, имитирующие зрение как многослойную нейронную сеть, где первый слой распознаёт самые простые объекты и передаёт информацию на следующий слой, распознающий более сложные объекты. Обучение осуществляется на большой базе фотографий. Промышленный робот сначала отбирает на конвейере определённый вид отходов, затем – последующие. Так осуществляется сортировка бумаги, пластика, стекла, термоэластопластов, чёрных и цветных металлов, компьютерной и оргтехники, батареек и аккумуляторов, бытовых приборов и других отходов, запрещённых к захоронению на полигонах.

Появление Интернета вещей (IoT) способствовало созданию интеллектуальных систем управления отходами, позволяющих в режиме реального времени контролировать состояние контейнеров для сбора отходов и оптимизировать маршруты сбора и всю работу по их переработке.

Применение блокчейна даёт возможность отслеживать цепочки поставок, хранить и передавать цифровые данные, а вместе с ИИ – управлять запасами и прогнозировать спрос на отсортированные отходы [10]. Как известно, спрос на вторичное сырьё порождает предложение.

ИИ отлично оптимизирует технологические процессы обращения отходов, анализирует работу оборудования и причины его отказов, а модели, разработанные с помощью ИИ, могут прогнозировать сбои оборудования и составлять графики ремонтов, что повышает надёжность работы и снижает аварийность. При использовании в процессе пиролиза ИИ контролирует производственный процесс, даёт оценку выбросов, управляет логистикой сырья.

ИИ можно использовать при разработке инновационных технологий для обращения отходов. Чат-боты позволяют прогнозировать свойства получаемых веществ гораздо быстрее, чем дорогостоящие опыты и другие программы в исследовательской деятельности. Кроме того, при наличии соответствующего программного обеспечения можно провести их испытания. На основе анализа и классификации огромных количеств вторичного сырья со скоростью, значительно превосходящей возмож-

ности человека, могут быть определены исходные данные для разработки таких технологий, наилучшие способы переработки отходов; разработаны материальный и тепловой балансы; определён вид используемого оборудования; оптимизированы и автоматизированы технологические процессы и повышена производительность труда. С помощью ИИ проще осуществлять создание цифрового двойника, моделирование и масштабирование технологий и производств [11].

### **Межгосударственное сотрудничество в БРИКС+, ЕАЭС и ШОС: использование опыта и потенциала развивающихся стран в формировании модели циркулярной экономики**

Всё больше стран понимают важность усилий по сохранению окружающей среды, необходимость перехода к экологически устойчивым системам, энергоэффективности, которая способствует повышению конкурентоспособности национальной экономики в создании экологически чистых технологий переработки и утилизации отходов производства и потребления для экологически устойчивого развития.

Опыт решения этих задач, характерных для модели циркулярной экономики, имеется во многих интеграционных группировках, в частности БРИКС, ЕАЭС, ШОС и СНГ. Лучшим примером решения задач циркулярной экономики является БРИКС+, в это межгосударственное объединение изъявили желание войти пять новых стран (Египет, Иран, Саудовская Аравия, ОАЭ и Эфиопия). Следующий саммит БРИКС + пройдёт в 2024 г. в России. Основные преимущества БРИКС:

1 – это новая архитектура многополярного мира, выстраиваемая странами с переходной экономикой на новых принципах взаимодействия;

2 – членами этой организации являются крупнейшие развивающиеся экономики мира, с учётом развития и расширения она в ближайшее время станет наиболее влиятельной на планете;

3 – БРИКС+ – крупнейшие для России партнёры, открывающие для участников новые рынки, развивающие отношения в торговле, а также научно-технологическое и культурно-образовательное сотрудничество;

4 – это расширение возможностей успешно решать на базе двусторонних и многосторонних договоров проблемы, имеющиеся в каждой стране.

Все страны БРИКС+ сталкиваются с экологическими проблемами из-за роста промышленности и темпов урбанизации. Каждая страна по-своему подходит к решению проблемы формирования циркулярной экономики, исходя из приоритетов в политике, выделенного бюджета и осознанности этой проблемы гражданами<sup>10</sup>. В БРИКС+ имеется опыт решения этих проблем. Рассмотрим возможности его распространения и развития по сложившимся направлениям сотрудничества.

1. Прежде всего, в рамках Меморандума о взаимопонимании по сотрудничеству в сфере охраны окружающей среды на период до 2030 г., подписанного 26 июля 2018 г. в Йоханнесбурге (ЮАР). Сотрудничество в области окружающей среды было инициировано российской стороной с предложением формата объединения, который в дальнейшем приобрёл регулярный характер. Это позволяет продолжить формиро-

---

<sup>10</sup> Пруненко М. Экологический вопрос: насколько успешен отдельный сбор мусора в странах БРИКС // НКИ БРИКС, Россия. URL: <https://nkibrics.ru/posts/show/5d70dee8627269166c460000> (дата обращения: 29.01.2024).

вание российской инициативы «Платформы экологически чистых технологий БРИКС», в рамках которой инициирована зонтичная программа «Чистые реки БРИКС». Китайская сторона в свою очередь предложила развивать сотрудничество в рамках партнёрства городов БРИКС в целях устойчивого развития<sup>11</sup>.

2. Второе возможное направление развития может осуществляться в рамках принятого в 2015 г. Меморандума о сотрудничестве в области науки, технологий и инноваций стран БРИКС, что позволяет активизировать работу в ключевых областях и направлениях научно-технологической деятельности. При этом за каждой страной закреплена координация сотрудничества в приоритетных для неё направлениях. Созданы и функционируют Совет по научно-техническому инновационному сотрудничеству, Управляющий комитет по управлению и координации НТИ, 15 рабочих групп в областях научно-технического сотрудничества, а также несколько платформ взаимодействия. Ежегодно подготавливаются планы мероприятий, позволяющие реализовывать совместные научно-исследовательские и инвестиционные проекты, углублять сотрудничество между научно-технологическими и промышленными кластерами, развивать сеть центров трансфера технологий [12, с. 3–11]. Основной формой сотрудничества вне и внутри БРИКС являются двусторонние соглашения. Переход от двустороннего к многостороннему взаимодействию актуален для отраслей и производств шестого технологического уклада. Каждая страна, вошедшая в БРИКС, сохраняет научно-техническое сотрудничество с традиционными партнёрами, не входящими в объединение, и имеет возможность расширения научно-технических связей в разработке продуктов и технологий с последующей коммерциализацией на более справедливой основе, чем в развитых странах.

Выступая на 13-й встрече министров экономики и внешней торговли стран БРИКС, министр экономического развития Максим Решетников отметил, что по итогам прошлого года внешнеторговый оборот России с партнёрами по БРИКС увеличился на 40,5 % и достиг рекордных 230 млрд долларов. Он также презентовал российскую инициативу создания новой институциональной структуры – контактной группы БРИКС по устойчивому развитию и климату<sup>12</sup>. В рамках создаваемой контактной группы БРИКС+ для реализации намеченных программ развития циркулярной экономики целесообразно рассмотреть следующие предложения:

- создать рабочую группу по совместной модернизации крупнотоннажных производств с обновлением оборудования и разработке природоподобных технологий, направленных на снижение воздействия на окружающую среду;
- начать формирование цифровой платформы международной научно-технологической и производственной кооперации БРИКС+ по этим вопросам;
- обсудить необходимость разработки мероприятий по типизации и унификации высшего образования и образовательных программ по научно-технологическим

---

<sup>11</sup> Страны БРИКС подписали Меморандум о взаимопонимании по сотрудничеству в сфере охраны окружающей среды / Министерство природных ресурсов и экологии РФ. URL: [https://www.mnr.gov.ru/press/news/strany\\_briks\\_podpisali\\_memorandum\\_o\\_vzaimoponimanii\\_po\\_sotrudnichestvu\\_v\\_sfere\\_okhrany\\_okruzhayushch/?special\\_version=Y](https://www.mnr.gov.ru/press/news/strany_briks_podpisali_memorandum_o_vzaimoponimanii_po_sotrudnichestvu_v_sfere_okhrany_okruzhayushch/?special_version=Y) (дата обращения: 29.01.2024).

<sup>12</sup> Внешнеторговый оборот России с партнерами по БРИКС увеличился на 40 % / Министерство экономического развития Российской Федерации. URL: [https://www.economy.gov.ru/material/news/vneshnetorgovyy\\_oborot\\_rossii\\_s\\_partnerami\\_po\\_briks\\_uvelichilsya\\_na\\_40.html](https://www.economy.gov.ru/material/news/vneshnetorgovyy_oborot_rossii_s_partnerami_po_briks_uvelichilsya_na_40.html) (дата обращения: 28.01.2024).

дисциплинам циркулярной экономики, а также предоставления возможностей участия в совместных исследованиях специалистам развитых стран.

Наряду с этим возможна постановка вопроса перед Евразийской экономической комиссией о переходе стран – членов БРИКС к модели циркулярной экономики.

В заключение подчеркнём, что все рассмотренные направления позволят повысить конкурентоспособность и эффективность формирующейся отрасли с реализацией принципов циркулярной экономики.

### **Список литературы**

1. Долгушин, А. Б. Инструменты экономики замкнутого цикла в российском законодательстве / А. Б. Долгушин // *Экономическое возрождение России*. – 2023. – №3 (77). – С. 93–103.

2. Закупень, Т. В. Институциональные основы и перспективы формирования промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства в рамках концепции устойчивого развития экономики / Т. В. Закупень // *Экономика, предпринимательство и право*. – 2023. – Т. 13, № 6. – С. 1943–1962.

3. Русанов, А. П. Экономический эффект от внедрения концепции обращения с отходами для коммерческих структур, государства и домохозяйств / А. П. Русанов // *Экономика, предпринимательство и право*. – 2021. – Т. 11, № 2. – С. 457–466.

4. Дрегуло, А. М. Международный и российский опыт в сфере обращения с отходами тары и упаковки / А. М. Дрегуло, А. М. Ходачек // *Инновации*. – 2021. – №2 (268). – С. 16–23.

5. Аверкин, П. А. Новые технологии утилизации отходов и проблема роста тарифов / П. А. Аверкин // *Инновации*. – 2021. – № 2 (268). – С. 24–29.

6. Marvin H., Bauwens T., Hekkert M., et al. (2019) A Typology of Circular Start-Ups: An Analysis of 128 Circular Business Models. *Journal of Cleaner Production*. URL: [https://www.researchgate.net/publication/336078237\\_A\\_Typology\\_of\\_Circular\\_StartUps\\_An\\_Analysis\\_of\\_128\\_Circular\\_Business\\_Models](https://www.researchgate.net/publication/336078237_A_Typology_of_Circular_StartUps_An_Analysis_of_128_Circular_Business_Models).

7. Назарова, Е. В. Теоретико-методологические аспекты инновационной деятельности организации / Е. В. Назарова [и др.]. – М.: Информационно-издат. упр. МГОУ, 2016. – 311 с.

8. Кощев, В. А. Строительство промышленных объектов переработки отходов: перспективы внедрения инновационных технологий / В. А. Кощев, А. А. Алексеев, В. А. Александрова // *Экономическое возрождение России*. – 2023. – №3 (77). – С. 155–169.

9. Ратнер, С. В. Управление инновациями в области циркуляции пластика: опыт международной инициативы «New Plastic Economy» / С. В. Ратнер // *Инновации*. – 2020. – №5 (259). – С. 32–40.

10. Javeed S. A., Akram U. (2024) The Factors Behind Block-Chain Technology That Boost the Circular Economy: An Organizational Perspective. *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 200.

11. Nahar S. (2024) Modeling the Effects of Artificial Intelligence (AI)-Based Innovation on Sustainable Development Goals (SDGs): Applying a System Dynamics Perspective in a Cross-Country Setting. *Technological Forecasting & Social Change*. Change 201.

12. Ситников, И. В. Научно-технологическое сотрудничество стран – членов БРИКС, подходы к расширению содружества с учётом национальных и наднациональных интересов / И. В. Ситников [и др.] // *Инновации*. – 2022. – № 3 (281). – С. 3–11.

## References

1. Dolgushin A. B. (2023) Instrumenty ekonomiki zamknutogo tsikla v rossiyskom zakonodatel'stve [Instruments of Circular Economy in the Russian Legislation]. *Economic Revival of Russia*, 3, pp. 93–103.
2. Zakupen T. V. (2023) Institutsional'nyye osnovy i perspektivy formirovaniya promyshlennosti po obrabotke, utilizatsii i obezvrezhivaniyu otkhodov proizvodstva v ramkakh kontseptsii ustoychivogo razvitiya ekonomiki [Institutional Framework and Perspectives of the Industry for Processing, Recycling and Neutralization of Industrial Waste Within Sustainable Economic Development]. *Journal of Economics, Entrepreneurship and Law*, 13(6), pp. 1943–1962.
3. Rusanov A. P. (2021) Ekonomicheskiy effekt ot vnedreniya kontseptsii obrashcheniya s otkhodami dlya kommercheskikh struktur, gosudarstva i domokhozyaystv [The Economic Effect of the Waste Management Concept for Commercial Structures, the State and Households]. *Journal of Economics, Entrepreneurship and Law*, 11(2), pp. 458–466.
4. Dregulo A. M., Khodachek A. M. (2021) Mezhdunarodnyy i rossiyskiy opyt v sfere obrashcheniya s otkhodami tary i upakovki [International and Russian Practice in the Field of Containers and Packaging Waste Management]. *Innovations*, 2, pp. 16–23.
5. Averkin P. A. (2021) Novyye tekhnologii utilizatsii otkhodov i problema rosta tarifov [New Technologies for MSW Handling and the Problem of Tariff Growth]. *Innovations*, 2, pp. 24–29.
6. Marvin H., Bauwens T., Hekkert M., et al. (2019) A Typology of Circular Start-Ups: An Analysis of 128 Circular Business Models. *Journal of Cleaner Production*. URL: [https://www.researchgate.net/publication/336078237\\_A\\_Typology\\_of\\_Circular\\_StartUps\\_An\\_Analysis\\_of\\_128\\_Circular\\_Business\\_Models](https://www.researchgate.net/publication/336078237_A_Typology_of_Circular_StartUps_An_Analysis_of_128_Circular_Business_Models).
7. Nazarova E. V. (2016) Teoretiko-metodologicheskiye aspekty innovatsionnoy deyatel'nosti organizatsii [Theoretical and Methodological Aspects of Innovative Activity of an Organization]. Nazarova E. V. (Ed.). Moscow: Information and Publishing Department of the Moscow State University of Education, 311 p.
8. Koshcheyev V. A., Alekseyev A. A., Aleksandrova V. A. (2023) Stroitel'stvo promyshlennykh ob'yektov pererabotki otkhodov: perspektiva vnedreniya innovatsionnykh tekhnologiy [Construction of Industrial Waste Processing Facilities: The Prospect of Introducing Innovative Technologies]. *Economic Revival of Russia*, 3, pp. 155–169.
9. Ratner S. V. (2020) Upravleniye innovatsiyami v oblasti tsirkulyatsii plastika: opyt mezhdunarodnoy initsiativy «New Plastic Economy» [Management of Innovations in the Field of Plastic's Circulation: Experience of the International Initiative “New Plastic Economy”]. *Innovations*, 5, pp. 32–40.
10. Javeed S. A., Akram U. (2024) The Factors Behind Block-Chain Technology That Boost the Circular Economy: An Organizational Perspective. *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 200.
11. Nahar S. (2024) Modeling the Effects of Artificial Intelligence (AI)-Based Innovation on Sustainable Development Goals (SDGs): Applying a System Dynamics Perspective in a Cross-Country Setting. *Technological Forecasting & Social Change*. Change 201.
12. Sitnikov I. V., et al. (2022) Nauchno-tekhnologicheskoye sotrudnichestvo stran-chlenov BRICS, podkhody k rasshireniyu sodruzhestva s uchetom natsional'nykh i nadnatsional'nykh interesov [Scientific and Technological Cooperation of the BRICS Member Countries, Approaches to the Expansion of the Commonwealth, Taking into Account National and Supranational Interests]. *Innovations*, 3(281), pp. 3–11.

**E. V. Sitnikov<sup>13</sup>, O. E. Ryazanova<sup>14</sup>. Innovative Development of the Industry for Processing, Recycling and Disposal of Production and Consumer Waste in Russia.** One of the unsolved problems at the federal and regional levels in Russia is the virtual absence of organizational and technological innovations that would allow minimizing the amount of landfilled waste, while maximizing resource conservation, re-involving recycled waste components into economic circulation as raw materials, materials, products, converting waste into secondary raw materials for the manufacture of new products and energy production. Also, currently in Russia there is no waste management system; the generation and movement of waste remains practically uncontrolled. This confirms the relevance of the research topic, therefore its goal is to: identify economic, financial, scientific and technological, organizational and legal problems and shortcomings of existing methods, mechanisms and tools for waste processing and disposal, justify the need to increase the efficiency and competitiveness of the new industry by improving the organization and waste life cycle management, implementation of innovative technologies and development of interstate cooperation.

*Keywords:* circular economy, management of production and consumption waste, secondary resources and raw materials, organizational and technological innovations.

---

<sup>13</sup> *Evgeny V. Sitnikov*, Associate Professor of the D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia (9/1 Miusskaya pl., Moscow, 125047, Russia), Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, e-mail: e.sitn@yandex.ru

<sup>14</sup> *Olesya E. Ryazanova*, Professor of the Moscow State Institute of International Relations (76 Vernadskogo pr., Moscow, 119454, Russia), Doctor of Economics, Professor, e-mail: afinna2011@yandex.ru