

pISSN 2073-039X
eISSN 2311-8725

Отходы производства и их утилизация

ЦИКЛИЧНАЯ МОДЕЛЬ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ: ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ФИНАНСОВЫЕ АСПЕКТЫ РЕГИОНАЛЬНОГО УРОВНЯ

Анна Львовна САБИНИНА ^a,

Светлана Александровна ИЗМАЛКОВА ^{b,*},

Ирина Викторовна СЫЧЕВА ^c,

Александр Сергеевич ВАСИН ^d,

Наталья Андреевна СЫЧЕВА ^e

^a доктор экономических наук, профессор,
заведующая кафедрой финансов и менеджмента,
Тульский государственный университет (ТулГУ),
Тула, Российская Федерация
fim@tsu.tula.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5416-6643>
SPIN-код: 9624-2354

^b доктор экономических наук, профессор,
научный сотрудник управления научно-исследовательских работ,
Тульский государственный университет (ТулГУ),
Тула, Российская Федерация
izmasvetlana@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5380-2232>
SPIN-код: 8653-5349

^c доктор экономических наук,
профессор кафедры финансов и менеджмента,
Тульский государственный университет (ТулГУ),
Тула, Российская Федерация
sychova15@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3074-2684>
SPIN-код: 9192-8853

^d доктор экономических наук, начальник управления
совершенствования функциональной деятельности,
Федеральное казначейство,
Москва, Российская Федерация
fim306@mail.ru
ORCID: отсутствует
SPIN-код: 9461-9901

^e кандидат экономических наук,
доцент кафедры финансов и менеджмента,
Тульский государственный университет (ТулГУ),
Тула, Российская Федерация
sychova15@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3909-6479>
SPIN-код: 6430-4680

* Ответственный автор

История статьи:

Рег. № 344/2021
Получена 10.06.2021
Получена в
доработанном виде
21.06.2021
Одобрена 05.07.2021
Доступна онлайн
29.07.2021

УДК 304.064.2.47

JEL: R11, R28, R51, R58

Аннотация

Предмет. Активизация деятельности на уровне региональной экономики по трансформации линейной модели обращения с отходами производства и потребления в наиболее рациональную и экологически устойчивую циклическую модель в целях снижения воздействия на окружающую среду.

Цели. Разработать циклическую модель по рациональной организации деятельности в сфере обращения с отходами производства и потребления в интересах снижения объемов захоронения в обозримом будущем до нулевого уровня, увеличения объемов утилизации до уровня лучших мировых стандартов.

Методология. Использованы методы экономического и статистического анализа, методы экспертных оценок, методы теории проектного управления.

Результаты. Предложен методический подход к организации и финансированию рациональной и экологически устойчивой деятельности на уровне субъекта Федерации в сфере обращения с отходами на основе циклической модели. При построении модели использованы такие принципы, как системность, комплексность базовых элементов, цикличность действий поступательного и возвратного характера, учет отраслевых особенностей, конструктивное взаимодействие государства, бизнеса, банков и населения в целях снижения воздействия на окружающую среду.

Выводы. Реализация приоритетного регионального проекта «Обращение с отходами производства и потребления на принципах циклической модели» позволит разрешить ключевую проблему территорий по загрязнению окружающей среды, в том числе твердыми коммунальными отходами. При этом успешность выполнения регионального проекта определяется тем, насколько сектор региональной экономики по обращению с отходами является наукоемким, высокотехнологичным и финансово обеспеченным для решения ключевой экологической задачи по снижению воздействия на окружающую среду в аспекте приверженности политике углеродной нейтральности.

Ключевые слова:

региональная экономика, обращение с отходами, циклическая модель, организационное и финансовое обеспечение

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2021

Для цитирования: Сабина А.Л., Измакова С.А., Сычева И.В., Васин А.С., Сычева Н.А.

Циклическая модель обращения с отходами производства и потребления: организационные и финансовые аспекты регионального уровня // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2021. – Т. 20, № 7. – С. 1296 – 1320.

<https://doi.org/10.24891/ea.20.7.1296>

На современном этапе развития мировой экономики движущей силой процессов формирования и функционирования социально-экономических систем различного уровня является сфера производства и потребления, которая использует природную среду и природные ресурсы в интересах экономического роста и социального прогресса. Это с одной стороны, а с другой – по всему миру нарастает комплекс глобальных экологических проблем, связанных с тем, что воздействие антропогенных факторов на состояние окружающей среды становится все более агрессивным.

Человечество сегодня достаточно динамично развивается, однако при этом отнимает ресурсы у следующего поколения. Согласно концепции устойчивого развития, обеспечение экономического роста и его социального императива возможно только в условиях снижения воздействия на окружающую среду. Уровень негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на устойчивое развитие и его триаду: экономику, экологию и социальную сферу, определяется количеством выбросов углекислого газа (CO_2), который получается при производстве потребляемых природных ресурсов и хранении отходов и называется углеродным следом [1–4].

Наибольшее количество выбросов CO_2 у Китая: 23% от углеродного следа планеты. На втором месте – США с 16%. На третьем месте – Индия, которая генерирует 6,8% CO_2 . Россия занимает четвертое место в мире по выбросам углекислого газа – 4,5%, что соответствует в среднем 1,5 млрд т в год. Далее следует Япония – 3,6%¹.

Согласно оценкам экспертов основными источниками углеродного загрязнения планеты являются сектор производства и потребления электроэнергии (25% от углеродного следа планеты); лесной сектор и сельское хозяйство (24%); промышленность (21%), транспорт (14%) и прочие отрасли экономики (16%). Также важно отметить, что в среднем производство 1 кг готового продукта генерирует 25 кг отходов. Более того, деятельность только одного человека провоцирует получение 10 т CO_2 в год [5–7]. В связи с этим мировое сообщество начинает достаточно активно вступать в эпоху экологически устойчивого развития, а также актуализировать приверженность политике углеродной нейтральности, которая в последние несколько лет является стратегической задачей и ключевым фактором обеспечения социально-экономического роста и конкурентоспособности, в том числе и Российской Федерации [2, 5–8].

Полагаем, что уже в обозримом будущем потребуют решения следующие ключевые задачи в области организации деятельности по снижению воздействия выбросов углекислого газа на окружающую среду:

- сокращение углеродного следа вплоть до его обнуления и достижения статуса углеродной нейтральности как планеты в целом, так и отдельных государств, регионов, компаний, а также конкретного человека;
- разработка бизнесом стратегий устойчивого развития, ориентированных на реализацию принципов концепции ESG, которые включают снижение воздействия на окружающую среду и ее защиту; соблюдение правил безопасности труда на производстве и поддержку социальной сферы; внедрение и соблюдение стандартов корпоративного управления на уровне мировых тенденций;

¹ Экология и экономика: сокращение загрязнения атмосферы страны. Бюллетень о текущих тенденциях российской экономики. 2017. № 28. URL: <https://ac.gov.ru/files/publication/a/14132.pdf>

- целесообразность компенсации углеродного следа (например, за счет высадки деревьев, поскольку одно дерево за период своего жизненного цикла способно поглотить 1 т CO₂);
- реализация углеродно-отрицательных проектов и внедрение принципов экономики замкнутых циклов, которую еще называют цикличной экономикой, циркулярной экономикой и т.п. [2, 5–8];
- активизация деятельности на уровне региональной экономики по трансформации линейной модели обращения с отходами производства и потребления в наиболее рациональную и экологически устойчивую цикличную модель.

По нашему мнению, экономика замкнутых циклов является новым вектором экологически устойчивого развития в интересах разрешения проблем загрязнения окружающей среды отходами производства и потребления и снижения воздействия на окружающую среду. В настоящее время ряд стран, предъявляющих достаточно высокие требования к экологии, в том числе США, Китай, страны Евросоюза, заявили о том, что к 2050 г. они на основе реализации принципов экономики замкнутых циклов планируют выйти на углеродную нейтральность по выбросам CO₂ [9–11].

Вместе с тем результаты исследования зарубежного и отечественного опыта по проблемам и перспективам развития экономики замкнутых циклов свидетельствуют о том, что в современных трудах экономистов и практиков ей уделяется все больше внимания, но ее сущность и содержание трактуются по-разному. При этом в Российской Федерации способы реализации экономики замкнутых циклов с точки зрения практики являются малоизученными. На *рис. 1* представлена авторская концепция целей и принципов функционирования экономики замкнутых циклов, которая актуализирует решение следующих задач на уровне региона: переход от ископаемого топлива к использованию возобновляемых «зеленых» источников энергии (энергии солнца, воды, ветра и т.п.); формирование замкнутых циклов (круговорота) использования материалов; возобновление природных ресурсов; вовлечение в хозяйственный оборот вторичного сырья и т.д.

Наиболее активно движутся к сокращению углеродного следа на основе внедрения принципов экономики замкнутого цикла европейские страны и их компании [2, 3, 10, 12]. Так, ЕС планирует с 2022 г. ввести на импортируемые товары с высоким углеродным следом пограничный углеродный налог. К 2030 г. ЕС запланировал решение комплекса задач, требующих пересмотра всего производственного цикла. Среди них запрет на захоронения на полигонах любых перерабатываемых и биологически разлагаемых отходов; повышение уровня повторного использования твердых коммунальных отходов до 70%; повышение уровня повторного использования упаковки до 80% и т.д. В Швеции 96% мусора перерабатывается для получения электроэнергии и тепла, оставшиеся 4% отходов отправляются на свалку.

В Российской Федерации также достаточно много практических примеров, которые характеризуют определенные достижения и результаты в аспекте активного движения государства, бизнеса, банков, социальной сферы и общества к экологически устойчивому развитию. То есть можно говорить об использовании некоторых принципов экономики замкнутых циклов в интересах снижения воздействия на окружающую среду в различных отраслях деятельности, в том числе и в сфере обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО)² [13–15].

В качестве одного из примеров приверженности политике углеродной нейтральности на основе реализации принципов экономики замкнутых циклов следует выделить ПАО Сбербанк, который планирует к 2030 г. получить существенный результат по снижению воздействия на окружающую среду. Для достижения заданной цели кредитная организация реализует следующие углеродно-отрицательные проекты, позволяющие ей обеспечить³:

- сокращение потребления энергии за счет энергоменеджмента и оснащения объектов банка системами телеметрии «Сбер» (в I квартале 2021 г. банк сэконобил на электроэнергии 85,8 млн руб.);
- снижение объема использования бумаги (в 2020 г. банк сэконобил 742 млн листов бумаги, что эквивалентно объему 60 железнодорожных вагонов);
- снижение выпуска объема пластиковых карт и их переработка в оконный профиль для офисов банка;
- переход на экологичный транспорт (например, электромобили);
- отказ от закупки шредеров и новых картриджей для принтеров, поскольку они не подлежат вторичной переработке;
- переход к технологиям раздельного сбора мусора и его вторичной переработки (например, использованные пластиковые стаканчики являются вторсырьем для изготовления экоручек).

Более того, банк стремится не только к полной компенсации углеродного следа от деятельности своих офисов, но и оказывает помощь клиентам, которые также являются источниками вредного воздействия на окружающую среду. Но, что еще более важно, наличие такого значимого фактора, как приверженность политике углеродной нейтральности, позволит кредитной организации увеличить привлекательность для инвесторов и клиентов не только на отечественном, но и на международном рынке.

² Sycheva N., Sycheva I., Sabinina A., Izmalkova S. Transforming Regional Infrastructure in Food Trade and Catering as the Economy is Digitalized. International Conference on Efficient Production and Processing (ICEPP-2020), 2020. URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016101046>

³ Европейские компании на пути к экономике замкнутого цикла.
URL: <https://ru.euronews.com/2016/01/25/cradle-to-cradle-powering-europe-s-circular-economy>

Другим примером успешной деятельности, в которой бизнес концентрирует внимание на сокращении воздействия на окружающую среду в рамках мировых тенденций, является Тульская область и ее компания «Щекиноазот», которая реализует комплексную (многоэтапную) стратегическую программу по созданию системы замкнутых циклов. В ее основе лежит принцип возврата в технологический процесс уже использованных природных ресурсов после прохождения определенной стадии обработки, что обеспечивает значительное сокращение объемов забора речной воды для функционирования подразделений предприятия; снижение объемов природного газа, используемого в качестве топлива для подогрева воды в начале процесса очистки на ТЭЦ. Также в рамках реализации комплексной программы запланировано строительство нового золошламонакопителя⁴.

Однако, несмотря на такие примеры достаточно успешной деятельности в области снижения воздействия на окружающую среду, в процессе анализа текущего состояния сферы обращения с отходами производства и потребления установлено, что на территории отдельных субъектов Российской Федерации одной из ключевых проблем является наличие практически прямой зависимости между темпами экономического роста и загрязнением окружающей среды отходами производства и потребления, в том числе ТКО. Кроме того, воздействие антропогенных факторов на состояние природы, климата и человека в ряде регионов становится все более агрессивным. Так, в 2010 г. общее количество образовавшихся в национальной экономике отходов производства и потребления составило 3 734, 6 млн т, а в 2019 г. – 7 750,9 млн т⁵. При этом отсутствует достоверная информация об объемах производственных отходов, накопленных в отвалах и хранилищах на предприятиях топливно-энергетического комплекса, металлургической, химической, машиностроительной промышленности, а также отходов при извлечении из недр минерального сырья в виде вскрышных и вмещающих пород, оказывающих наибольший вред окружающей среде и населению [16].

В ходе нашего исследования установлено, что в настоящее время в субъектах Российской Федерации пока доминирует линейная модель организации деятельности по обращению с отходами производства и потребления. К актуальным и значимым проблемам реализации линейной модели следует отнести то, что отходы производства и потребления, в том числе и ТКО, к сожалению, в значительной степени несортированными поступают на мусоросжигающие станции (при их наличии), а в основном – на полигоны или несанкционированные свалки. Свалки горят, выделяют свалочный газ и загрязняют атмосферный воздух, почву и все водные поверхности, а также и подземные воды. Так, одна тонна свалочного газа эквивалентна 21 т CO₂, выбрасываемого, например, металлургическим или химическим предприятием.

⁴ Комплексная программа «зеленой энергетики». URL: <https://tula.business-magazine.online/>

⁵ О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году. Государственный доклад. М.: Минприроды России; МГУ имени М.В.Ломоносова, 2020. 1000 с.

В январе 2018 г. Правительство Российской Федерации утвердило Стратегию развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года (далее – Стратегия), которая является отраслевым документом. В Стратегии указано, что одной из нерешенных задач на федеральном и региональном уровнях является создание инновационной, технико-экономической системы, позволяющей 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 сырье для изготовления новой продукции и получения энергии⁶.

Стратегия, безусловно, актуализирует необходимость решения комплекса экологических задач в интересах создания на уровне каждого субъекта Федерации отдельной отрасли обращения с отходами производства и потребления. Однако, на наш взгляд, Стратегия не является практичным рабочим документом (а должна быть), поскольку носит декларативный характер и не дает ответов на насущные практические вопросы по организации деятельности и финансовому обеспечению процессов реализации приоритетных региональных инфраструктурных программ в сфере обращения с отходами производства и потребления, в том числе ТКО.

В 2018 г. по итогам заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам утвержден Паспорт национального проекта «Экология» (протокол от 24.12.2018 № 16). Нацпроект имеет период реализации с 2019 по 2024 г., является многопрофильным и включает в себя 11 федеральных проектов, в том числе проекты «Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами» и «Инфраструктура для обращения с отходами I–II классов опасности». Согласно паспорту установлены следующие целевые показатели: доля ТКО, направленных на утилизацию, в общем объеме образованных ТКО, за 2018 г. составила 3%, к 2024 г. она должна составить 36%; доля ТКО, направленных на обработку, в общем объеме образованных ТКО, за 2018 г. составила 7%, к 2024 г. она должна составить 60%⁷.

С 2014 г. в России действует институт расширенной ответственности производителя (РОП) за утилизацию отходов и отдельно – упаковки, объем которой составляет более 50% от всего объема ТКО. Однако на практике институт РОП демонстрирует низкую результативность и слабые финансовые стимулы к использованию эффективно применяемых в мировой практике в сфере обращения с отходами таких технологий, как ресурсосбережение (экономия природного сырья из

⁶ Об утверждении Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года: распоряжение Правительства Российской Федерации от 25.01.2018 № 84-р.

⁷ Паспорт национального проекта «Экология»: утв. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 24.12.2018 № 16.

невозобновляемых источников), отдельный сбор, сортировка, энергетическая утилизация, создание современных полигонов и т.д.

Более того, в режиме РОП собираемость экологического сбора в бюджет с бизнеса составляет порядка 3 млрд руб. в год, а население платит за вывоз мусора более 190 млрд руб. в год (по состоянию на 1 сентября 2020 г.). В связи с этим государство с 1 января 2022 г. предусматривает реализацию ряда организационных, стимулирующих, финансовых и иных мер, обеспечивающих снижение воздействия на окружающую среду со стороны бизнеса, например, введение 100%-ного норматива утилизации отходов с сохранением ответственности не только производителей товаров в упаковке, но и импортеров.

Таким образом, сложившаяся за предыдущие десятилетия так называемая линейная модель обращения с отходами производства и потребления на уровне субъектов Российской Федерации с функционалом планирования, регулирования и организации деятельности является нерациональной и содержит слишком много вопросов и проблем, которые не находят конкретного решения⁸.

Необходимы кардинальные изменения и большой прогресс в поиске новых эффективных решений в пользу экологически устойчивого развития территорий на основе снижения воздействия на окружающую среду, приверженности политике углеродной нейтральности, позволяющей уменьшить углеродный след региона в целом, его бизнеса и каждого конкретного человека.

Считаем, что для достижения уровня лучших мировых стандартов в сфере обращения с отходами производства и потребления, а также разрешения ключевой для национальной экономики проблемы загрязнения окружающей среды отходами на уровне отдельных регионов необходимо реализовать цикл конкретных экологических задач и главное – механизмов их реализации с позиций системного подхода и учета отраслевой направленности хозяйственной и иной деятельности.

По нашему мнению, для решения экологических задач по снижению воздействия на природу, климат и человека необходимо в каждом российском регионе использовать и реализовать весь потенциал так называемой циклической модели (рис. 2) обращения с отходами производства и потребления на основе рациональной организации деятельности в рамках каждого базового элемента модели.

Циклическая модель, в отличие от линейной, имеет кольцевую структуру. Цикл (от греческого κύκλος – круг, окружность) представляет собой совокупность последовательных действий по замкнутому кругу. Циклическая модель характеризуется более рациональным использованием природных, материальных и финансовых ресурсов, а также максимально возможной замкнутостью как производственного цикла, так и цикла в сфере потребления для снижения объемов

⁸ Энергетическая утилизация отходов. Энергетический бюллетень. 2017. № 48. 28 с.
URL: <https://ac.gov.ru/files/publication/a/13175.pdf>

захоронения и увеличения объемов материальной и энергетической утилизации до уровня лучших мировых стандартов.

При этом цикл мероприятий (действий), выполняемых в рамках каждого базового элемента авторской модели должен носить не только поступательный, но обязательно и возвратный характер, например, для вовлечения ценных вторичных материальных ресурсов в хозяйственный оборот. Другой пример: цикл размещения и захоронения отходов на полигоне должен закончиться его рекультивацией. Иначе говоря, жизненный цикл отходов производства и потребления, в том числе ТКО, не должен заканчиваться только утилизацией или захоронением, а должен получать так называемую вторую жизнь.

В процессе исследования закономерностей и особенностей развития экономики замкнутых циклов в мировой практике, а также достаточно успешной деятельности по снижению воздействия на окружающую среду ряда субъектов Федерации, бизнеса, банков и населения необходимо прежде всего выделить комплекс принципов формирования цикличной модели обращения с отходами производства и потребления на уровне регионов, который включает:

- принцип системности, характеризующий совокупность выделенных базовых элементов цикличной модели в их взаимосвязи;
- принцип комплексности, характеризующий многоэтапность цикличной модели, предусматривающей выполнение как последовательных, так и возвратных действий;
- принцип рациональной организации деятельности и использования природных, материальных, финансовых и иных ресурсов в рамках каждого базового элемента модели;
- принцип экологичности, предполагающий максимально возможное вовлечение вторичных материальных ресурсов из утилизируемых отходов в хозяйственный оборот;
- принцип возобновления природных и материальных ресурсов;
- принцип учета отраслевой направленности сферы обращения с отходами производства и потребления;
- принцип обеспечения конструктивного взаимодействия государства, бизнеса, банков и гражданского общества.

На наш взгляд, к наиболее актуальной и значимой проблеме сферы обращения с отходами производства и потребления следует отнести отсутствие четкого понимания перечня ее базовых элементов, а также их сущности и содержания даже в нормативных правовых документах. Более того, в современных трудах

отечественных и зарубежных экономистов продолжают дискуссии по поводу целесообразности включения того или иного элемента в сферу обращения с отходами. Например, весьма много точек зрения и «за», и «против», связанных с реализацией инфраструктурных проектов в области энергетической утилизации в аспекте проблематики ее финансового обеспечения.

Полагаем, что рекомендуемая цикличная модель структурно представляет собой совокупность базовых элементов, каждый из которых предназначен для реализации определенного цикла не только поступательных, но и возвратных действий, таких как:

- раздельный сбор для целей извлечения ценного вторичного сырья, поскольку каждый год в российских регионах накапливается порядка 8 млрд т отходов, в том числе ТКО;
- транспортирование отходов посредством рациональной деятельности региональных операторов;
- промышленная сортировка (обработка) и обезвреживание отходов I и II классов опасности для целей выделения из поступивших отходов вторичных материальных ресурсов, а также отходов, не подлежащих дальнейшей материальной утилизации и являющихся сырьем либо для получения энергии, либо размещения на полигонах;
- материальная утилизация, которая представляет собой промышленную переработку на рециклинговых заводах, например, металла, стекла, бумаги, перерабатываемого пластика во вторичное сырье;
- производство экологичной продукции из вторичного сырья и увеличение ее доли в общем товарообороте;
- энергетическая утилизация для целей получения энергии из отходов хозяйственной и иной деятельности возможна только при использовании инновационного оборудования;
- размещение (хранение и захоронение) отходов на полигоне, которые остаются после промышленной сортировки (это порядка 50%);
- рекультивация полигонов.

Из этого следует, что реализация цикличной модели возможна только в том случае, если сектор региональной экономики по обращению с отходами производства и потребления является наукоемким, высокотехнологичным и, безусловно, финансово обеспеченным. Это условие позволяет организовать рациональную и экологически устойчивую деятельность для разрешения ключевой экологической проблемы

территорий: снижения объемов захоронения в обозримом будущем до нулевого уровня и увеличения объемов утилизации до уровня лучших мировых стандартов.

Таким образом, разрешение проблемы управления отходами на уровне региональной экономики на основе реализации принципов цикличной модели приобретает новые контуры, что требует поиска эффективных и трансформации существующих методов и инструментов для ее решения. Полагаем, что формирование приоритетного регионального проекта «Обращение с отходами производства и потребления на принципах цикличной модели» в рамках реализации приоритетной региональной программы «Экология» является ключевым условием для принятия обоснованных управленческих, организационных, финансовых, кадровых и других решений в целях снижения воздействия на природу, климат и человека.

По нашему мнению, успешная реализация приоритетного регионального проекта в сфере обращения с отходами производства и потребления определяется комплексом ключевых факторов. Среди них прежде всего нормативное правовое обеспечение названной сферы для целей планирования, регулирования и организации деятельности. В проекте должен быть представлен перечень, ключевые цели и планируемые бюджеты для реализации базовых элементов цикличной модели. При этом необходимо исходить из особенностей социально-экономического развития территорий, учета отраслевых особенностей участников проекта, а также нормативных правовых актов и иных документов федерального и регионального уровней, нацеленных на разрешение проблем загрязнения окружающей среды и снижение негативного воздействия на природу, климат и человека.

Следующим фактором успешного внедрения принципов цикличной модели при реализации приоритетного регионального проекта в сфере обращения с отходами производства и потребления является формирование мер государственной поддержки. Полагаем, что к ним относятся:

- прямая финансовая поддержка, прежде всего этапа строительства крупных инфраструктурных проектов;
- предоставление поручительства и госгарантий;
- субсидирование процентной ставки по кредитам банков;
- предоставление акционерного займа;
- предоставление поручительства и госгарантий;
- заключение договоров инвестиционного товарищества;
- приобретение «зеленых» облигаций, выпущенных под реализацию крупных инфраструктурных проектов;

- стимулирование вторичной переработки отходов производства и потребления в целях достижения к 2030 г. 50%-ного извлечения вторичных материальных ресурсов.

Такие меры должны побуждать бизнес к снижению воздействия на окружающую среду посредством ответственного отношения к процессам вовлечения в промышленный оборот вторичных материальных ресурсов и вторичного сырья из утилизируемых отходов, в том числе перерабатываемого пластика и т.п.

Инфраструктурное обеспечение – это следующий фактор успешной реализации циклической модели. Приоритетным направлением в этой области для региональных властей является прежде всего стимулирование процесса создания промышленных комплексов (экотехнопарков). Экотехнопарк представляют собой наукоемкое и высокотехнологичное предприятие, использующее уникальное инновационное оборудование для реализации цикла мероприятий по промышленной сортировке и переработке вторичных материальных ресурсов в промышленное сырье (рециклинговые заводы) для его вовлечения во вторичный хозяйственный оборот и производства экологичной продукции. Примером успешного опыта эксплуатации станций раздельного сбора ТКО, собирающих до 15 его компонентов, являются Москва, Санкт-Петербург, Казань, Краснодарский край, Нижний Новгород, Самара, Хабаровск, Архангельск, Севастополь.

Параллельно с материальной утилизацией в городах с численностью населения более одного миллиона целесообразно создавать инфраструктуру по энергетической утилизации отходов, требующих колоссальных финансовых средств. При этом стоит отметить, что как это ни парадоксально, но наибольшие проблемы инфраструктурного характера возникают в связи с катастрофической нехваткой новых контейнерных площадок и физической нехваткой контейнеров для раздельного сбора (порядка 470 тыс. шт.), требующих инвестиций в размере 5,5 млрд руб.

Правомерно утверждать, что эффективность реализации региональных инфраструктурных проектов в сфере обращения с отходами в значительной степени определяется фактором финансового обеспечения, которое в свою очередь требует активизации мер государственной поддержки и процессов по привлечению частных инвестиций. Например, для финансирования инфраструктурных проектов, призванных получать энергию из отходов производства и потребления, которых в России пока единицы, в национальном проекте «Экология» не предусмотрено выделения бюджетных средств на запуск инвестиционного цикла по сбору, сортировке и энергетической утилизации. В связи с этим возникают значительные финансовые проблемы при реализации инфраструктурного проекта «Энергия из отходов» по возведению в субъектах Российской Федерации новых 25 мусоросжигающих электростанций (МЭТС). Такие МЭТС способны решить

проблемы полигонов и несанкционированных свалок, поскольку могут предотвратить выбросы углекислого газа в количестве 15 млн т⁹.

Стоимость инфраструктурного проекта по строительству МЭТС на начало 2021 г. составила 1 296 млрд руб., из них 320 млрд руб. – государственная поддержка в виде субсидий из федерального бюджета. Остальные 976 млрд руб. необходимо получить за счет привлечения финансовых средств частных инвесторов. Исходя из этого, считаем, что целесообразно создать институт экологически ответственного финансирования инфраструктурных проектов в сфере энергетической утилизации отходов, к механизмам и инструментам которого следует отнести:

- развитие эффективных форм конструктивного взаимодействия и партнерства государства, бизнеса, банков и гражданского общества;
- создание специализированного оператора в рамках государственной компании «Российский экологический оператор»;
- администрирование и контроль строительства и эксплуатации МСЭС, в том числе за уплатой экологического сбора в бюджет с производителей и импортеров товаров в упаковке;
- расходование средств экологического сбора из бюджета только на инвестиционные цели в сфере энергетической утилизации отходов;
- создание и реализация специальных экологических кредитных программ и продуктов для ответственного финансирования крупных инфраструктурных проектов;
- приобретение «зеленых» облигаций, выпущенных под реализацию энергетических проектов;
- развитие партнерства на международном, национальном и межрегиональном уровнях.

Информационное обеспечение также является фактором успешной организации деятельности по обращению с отходами на принципах цикличной модели, поскольку многие не понимают актуальности и сути происходящих сегодня процессов, обеспечивающих снижение углеродного воздействия на окружающую среду. Поэтому информационную политику целесообразно осуществлять в интересах изменения точки зрения на экологические проблемы, содействия формированию экологически устойчивого образа жизни на уровне потребителей, а также для популяризации идеи о более активном и динамичном движении

⁹ Griazev M., Sabinina A., Sycheva I., Izmalkov, S., Sycheva N. Actualization of Environmental Education as an Innovative and Digital Resource for Sustainable Regional Development. International Scientific Conference on Innovations in Digital Economy (ICEPP-2020). URL: <https://doi.org/10.1145/3444465.3444474>

государства, бизнеса и конкретного человека к сокращению своего углеродного следа и т.д.

К актуальным и значимым факторам успешного внедрения принципов цикличной модели при реализации приоритетного регионального проекта в сфере обращения с отходами производства и потребления следует отнести обязательную цифровую трансформацию. Она должна быть основана на использовании интеллектуальных информационных систем нового поколения и таких технологий, как искусственный интеллект, способный к обмену большими массивами данных между участниками проекта; дополненная реальность; системы распределенного реестра (блокчейн), а также квантовые технологии [17, 18].

Сегодня ситуация, связанная с загрязнением окружающей среды отходами производства и потребления характеризуется как критическая в силу новых вызовов и негативных тенденций, поэтому требуется квалифицированное кадровое обеспечение для разрешения экологических проблем. Процесс актуализации экологического образования на уровне регионов, которое должно соответствовать лучшим мировым стандартам, представляет собой:

- императив и инновационный ресурс для организации рациональной деятельности по обращению с отходами производства и потребления на принципах цикличной модели;
- фактор, обеспечивающий своевременное и эффективное решение экологических задач посредством профессионального и качественного использования цифровых технологий, включающих в себя анализ больших массивов данных, машинное обучение, создание работающих цифровых решений для реальных кейсов каждого базового элемента цикличной модели в целях рациональной организации обращения с отходами производства и потребления;
- потенциал для формирования цифровой экологической системы, позволяющей кардинально изменить сложившуюся негативную тенденцию к увеличению антропогенной нагрузки на природу, климат и человека и избежать существенных рисков загрязнения окружающей среды.

В процессе исследования перспективных видов профессиональной деятельности в целях снижения негативного воздействия на природу, климат и человека нами получены результаты с учетом мнений экспертов, принявших участие в онлайн-опросе посредством анкетирования. В качестве экспертов выступили научное сообщество, работодатели Тульской области, ректоры ведущих вузов ряда регионов Центрального федерального округа, а также преподаватели и студенты. Вместе с тем мы учитывали не только мнения экспертов, но и факторы, влияющие на предпочтение той или иной специальности в рамках экологического образования, например, эффективное развитие промышленности в сфере возобновляемых

источников энергии; активный поиск во всем мире безотходной модели переработки пластикового мусора.

К перспективным видам профессиональной деятельности, обеспечивающей развитие и защиту окружающей среды, по нашему мнению, следует отнести:

- научные исследования возможностей «зеленой энергетики» в образовательной организации;
- организационное консультирование по использованию возобновляемых источников энергии;
- управление проектами по реализации возможностей энергии солнца, воды и ветра прежде всего в энергетических компаниях;
- управление проектами по развитию городской среды с учетом изменений климата;
- финансовое обеспечение городских проектов по переходу на возобновляемые источники энергии;
- исследование влияния научно-технологического развития на окружающую среду;
- организация и проведение анализа состояния экосистемы крупных и малых городов, а также компаний;
- профессиональное консультирование органов государственной власти, бизнеса, банков и гражданского общества по вопросам защиты окружающей среды;
- контроль экологической безопасности в области защиты прав потребителей;
- реализацию бизнес-идей, связанных с осознанным потреблением (мировые тенденции), например, стимулированием раздельного сбора отходов; созданием предприятий по утилизации отходов; формированием полезных экологических привычек у населения;
- создание «мусорной моды», например, по переделке старой одежды в новую или повторного использования пластика для производства мебели, аксессуаров, упаковки, этикеток и т.п.;
- правовое регулирование природопользования и охраны окружающей среды (например, воздуха, земель, водных объектов, лесов и недр);
- юридическую поддержку государственных и частных компаний в сфере природопользования, обращения с отходами производства и потребления и правового разрешения судебных споров по поводу причинения ущерба природе и человеку;

- экологически устойчивое развитие территорий.

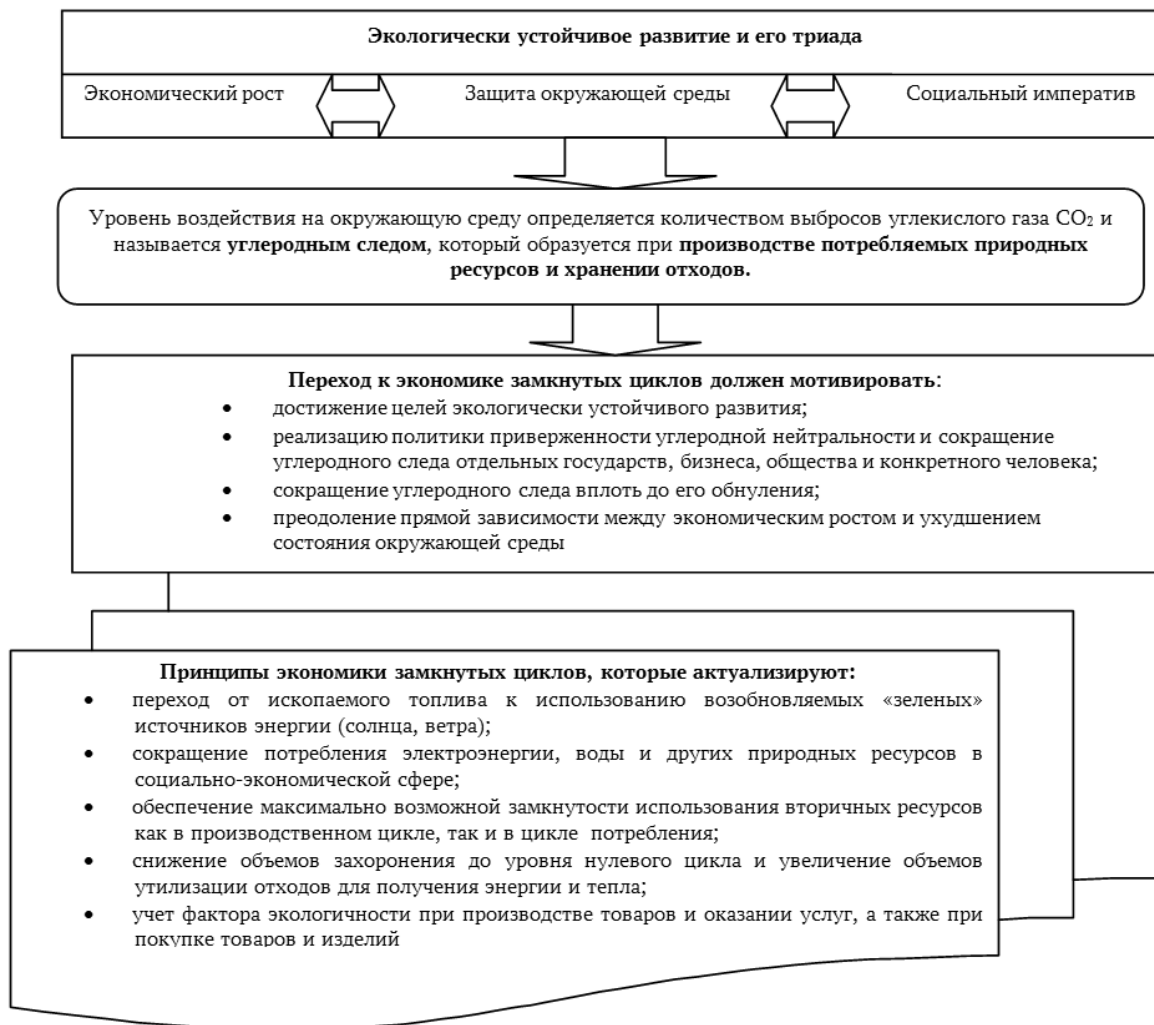
Таким образом, исходя из целей и результатов выполненного исследования, можно сделать следующие выводы.

Во-первых, сложившаяся за предыдущие десятилетия так называемая линейная модель обращения с отходами производства и потребления на уровне субъектов Российской Федерации характеризуется как нерациональная, поскольку не способствует снижению критического количества выбросов углекислого газа при производстве потребляемых ресурсов и хранении отходов. Необходимы кардинальные изменения и большой прогресс в поиске новых эффективных решений в пользу экологически устойчивого развития территорий на основе снижения негативного воздействия на окружающую среду, приверженности политике углеродной нейтральности, позволяющей уменьшить углеродный след региона в целом, его бизнеса и каждого конкретного человека.

Во-вторых, для решения экологических задач по снижению воздействия на природу, климат и человека необходимо на уровне региональной экономики использовать весь потенциал цикличной модели в рамках приоритетного регионального проекта «Обращение с отходами производства и потребления на принципах цикличной модели». Цикличная модель характеризуется более рациональным использованием природных, материальных и финансовых ресурсов, а также максимально возможной замкнутостью как производственного цикла, так и цикла в сфере потребления для снижения объемов захоронения и увеличения объемов материальной и энергетической утилизации до уровня лучших мировых стандартов.

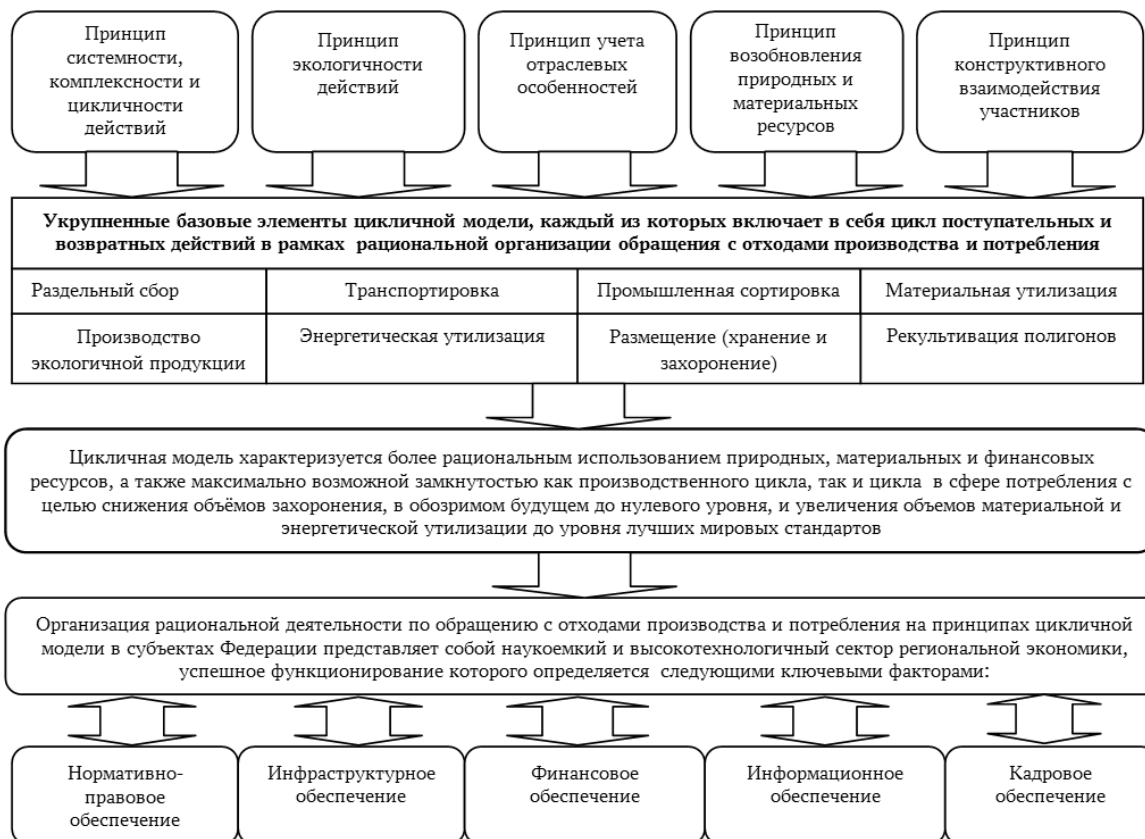
В-третьих, реализация приоритетного регионального проекта позволит разрешить основные экологические проблемы территорий по загрязнению отходами окружающей среды, в том числе ТКО, посредством организации рациональной деятельности и использования технологий мирового уровня в области раздельного сбора, транспортирования, обработки, материальной и энергетической утилизации, обезвреживания отходов I–II классов опасности, строительства современных полигонов. Но главное – рациональное организационное и достаточное финансовое обеспечение регионального проекта позволит снизить объемы захоронения отходов, вплоть до нулевого уровня в обозримом будущем, и повысит объемы их утилизации.

В-четвертых, реализация цикличной модели возможна только в том случае, если сектор региональной экономики по обращению с отходами производства и потребления является наукоемким и высокотехнологичным, а также характеризуется рациональной организацией деятельности и достаточным финансовым обеспечением. Эти условия являются обязательными для разрешения ключевой экологической проблемы территорий по снижению объемов захоронения отходов производства и потребления, в обозримом будущем до нулевого уровня, увеличения объемов их утилизации до уровня лучших мировых стандартов.

Рисунок 1**Экономика замкнутых циклов как новый вектор экологически устойчивого развития****Figure 1****Closed-loop economy as a new vector of environmentally sustainable development**

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Рисунок 2**Циклическая модель организации рациональной деятельности по обращению с отходами производства и потребления на уровне региональной экономики****Figure 2****A cyclical model of organization of rational activities for production and consumption waste management at the regional economy level***Источник:* авторская разработка*Source:* Authoring

Список литературы

1. *Watson J.E., Dudley N., Segan D.B., Hockings M.* The Performance and Potential of Protected Areas. *Nature*, 2014, vol. 515, pp. 67–73.
URL: <https://doi.org/10.1038/nature13947>
2. *Матеос А.* Понятие экологически ориентированной экономики: генезис и современное состояние // *Экономические науки*. 2016. № 145. С. 63–67.
URL: <https://ecsn.ru/files/pdf/201612.pdf>
3. *Прилепский И.В.* Рамочное соглашение «Группы двадцати» об уверенном, устойчивом, сбалансированном и инклюзивном росте: итоги председательства Германии и рекомендации для председательства Аргентины // *Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика*. 2018. Т. 34. № 2. С. 48–61. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ramochnoe-soglashenie-gruppy-dvadtsati-ob-uverennom-ustoychivom-sbalansirovannom-i-inklyuzivnom-roste-itogi-predsedatelstva-germanii-i>
4. *Канаева О.А.* Социальные императивы устойчивого развития // *Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика*. 2018. Т. 34. № 1. С. 26–58.
URL: <http://vestnik.spbu.ru/html18/s05/s05v1/02.pdf>
5. *Boden T.A., Marland G., Andres R.J.* Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO₂ Emissions. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee, USA, 2017.
URL: https://doi.org/10.3334/CDIAC/00001_V2017
6. *Матеос А.* Экологическая экономика и экономика окружающей среды: генезис, соотношение и проблемы // *Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета*. 2018. № 1. С. 161–166.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskaya-ekonomika-i-ekonomika-okruzhayushey-sredy-genezis-sootnoshenie-i-problemy>
7. *Данилов-Данильян В.И.* Природа и человек. Индивид, социум, цивилизация // *Библиотечное дело*. 2017. № 8. С. 10–16.
URL: <https://dlib.eastview.com/browse/doc/49106261>
8. *Waldron A., Miller D.C., Redding D. et al.* Reductions in Global Biodiversity Loss Predicted from Conservation Spending. *Nature*, 2017, no. 551, pp. 364–367.
URL: <https://doi.org/10.1038/nature24295>
9. *Zhu Liu.* China's Carbon Emissions Report 2016: Regional Carbon Emissions and the Implications for China's Low Carbon Development. Belfer Center for Science and International Affairs, Harvard Kennedy School, Cambridge, Mass, 2016, 23 p.

- URL: <https://www.belfercenter.org/sites/default/files/legacy/files/China%20Carbon%20Emissions%202016%20final%20web.pdf>
10. Schulz C., Bailey I. The Green Economy and Post-Growth Regimes: Opportunities and Challenges for Economic Geography. *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*, 2014, vol. 96, iss. 3, pp. 277–291.
URL: <https://doi.org/10.1111/geob.12051>
 11. Newton A.C., Cantarello E. An Introduction to the Green Economy: Science. Systems and Sustainability. Routledge, New York, 2014.
URL: <https://doi.org/10.4324/9781315884486>
 12. Григорян А.А., Бородавкина Н.Ю. Страны Прибалтики на пути к экономике замкнутого цикла // Балтийский регион. 2017. Т. 9. № 3. С. 7–22.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/strany-pribaltiki-na-puti-k-ekonomike-zamknutogo-tsikla>
 13. Айрапетова А.Г., Греча В.М. Устойчивое развитие хозяйственных систем при формировании механизмов природопользования // Современные аспекты экономики. 2018. № 11. С. 29–36.
 14. Пахомова Н.В., Рухтер К.К., Ветрова М.А. Переход к циркулярной экономике и замкнутым цепям поставок как фактор устойчивого развития // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. 2017. Т. 33. Вып. 2. С. 244–265.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perehod-k-tsirkulyarnoy-ekonomike-i-zamknutym-tsepyam-postavok-kak-faktor-ustoychivogo-razvitiya>
 15. Карлик А.Е., Матеос А. Эффективность использования энергетических ресурсов и «зеленые» рабочие места // Экономика труда. 2018. Т. 5. № 1. С. 131–140.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ispolzovaniya-energeticheskikh-resursov-i-zelenye-rabochie-mesta>
 16. Сычева И.В., Котенева М.В., Шульженко Н.А., Тихобаев В.М. О необходимости государственной поддержки развития инфраструктуры переработки отходов черной металлургии в тульском регионе // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2019. Вып. 1. С. 335–344.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-neobhodimosti-gosudarstvennoy-podderzhki-razvitiya-infrastruktury-pererabotki-othodov-chernoy-metallurgii-v-tulskom-regione>
 17. Карпова Г.А., Разумовский В.М. Проблемы экологизации планирования регионального развития // Журнал правовых и экономических исследований. 2016. № 1. С. 118–123. URL: <http://giefjournal.ru/node/873>
 18. Сабина А.Л., Измалкова С.А., Сычева И.В. Цифровая трансформация региональной экономики как стратегический потенциал ее развития //

Экономический анализ: теория и практика. 2019. Т. 18. Вып. 6. С. 999–1013.

URL: <https://doi.org/10.24891/ea.18.6.999>

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

pISSN 2073-039X
eISSN 2311-8725

Production Waste and Disposal

A CYCLICAL MODEL OF PRODUCTION AND CONSUMPTION WASTE MANAGEMENT: ORGANIZATIONAL AND FINANCIAL ASPECTS AT THE REGIONAL LEVEL

Anna L. SABININA ^a,

Svetlana A. IZMALKOVA ^{b,*},

Irina V. SYCHEVA ^c,

Aleksandr S. VASIN ^d,

Natal'ya A. SYCHEVA ^e

^a Tula State University (TulSU),
Tula, Russian Federation
fim@tsu.tula.ru
<https://orcid.org/0000-0002-5416-6643>

^b Tula State University (TulSU),
Tula, Russian Federation
izmasvetlana@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5380-2232>

^c Tula State University (TulSU),
Tula, Russian Federation
sychova15@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3074-2684>

^d Federal Treasury,
Moscow, Russian Federation
fim306@mail.ru
ORCID: not available

^e Tula State University (TulSU),
Tula, Russian Federation
sychova15@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3909-6479>

* Corresponding author

Article history:

Article No. 344/2021
Received 10 June 2021
Received in revised form
21 June 2021
Accepted 5 July 2021
Available online
29 July 2021

JEL classification: R11,
R28, R51, R58

Abstract

Subject. We focus on activation of activities at the regional economy level to transform the linear model of production and consumption waste management into the most rational and environmentally sustainable cyclical model.

Objectives. The aim is to develop a cyclical model for the rational organization of activities in the field of production and consumption waste management to reduce the volume of disposal to zero in the foreseeable future.

Methods. The study employs methods of economic and statistical analysis and methods of project management theory.

Results. The study presents a methodological approach to the organization and financing of rational and environmentally sustainable activities at the level of the Federal subject in the field of waste management, based on a cyclical model. To build the model, the following principles are used: consistency, complexity of basic elements, cyclical actions of progressive and recurrent nature, industry characteristics, constructive interaction of the State, business,

Keywords: regional economy, waste management, cyclical model, organizational and financial support

banks and the population to reduce the impact on the environment.

Conclusions. The implementation of the "Management of Production and Consumption Waste Based on the Principles of a Cyclical Model" regional project will enable to solve the problem of environmental pollution of territories, including the solid municipal waste. The project success is determined by the extent, to which the waste management sector of the regional economy is knowledge-intensive, technologically advanced, and financially secure to reduce the environmental impact in terms of adherence to the carbon neutrality policy.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2021

Please cite this article as: Sabinina A.L., Izmalkova S.A., Sycheva I.V., Vasin A.S., Sycheva N.A. A Cyclical Model of Production and Consumption Waste Management: Organizational and Financial Aspects at the Regional Level. *Economic Analysis: Theory and Practice*, 2021, vol. 20, iss. 7, pp. 1296–1320.
<https://doi.org/10.24891/ea.20.7.1296>

References

1. Watson J.E., Dudley N., Segan D.B., Hockings M. The Performance and Potential of Protected Areas. *Nature*, 2014, vol. 515, pp. 67–73.
 URL: <https://doi.org/10.1038/nature13947>
2. Mateos A. [Concept of green economy: Genesis and the current state]. *Ekonomicheskie nauki = Economic Sciences*, 2016, no. 145, pp. 63–67.
 URL: <https://ecsn.ru/files/pdf/201612.pdf> (In Russ.)
3. Prilepskii I.V. [G20 Framework for Strong, Sustainable, Balanced and Inclusive Growth: German Presidency Outcomes and Recommendations for the Argentinian Presidency]. *Vestnik mezhdunarodnykh organizatsii: obrazovanie, nauka, novaia ekonomika*, 2018, vol. 34, no. 2, pp. 48–61.
 URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ramochnoe-soglashenie-gruppy-dvadtsati-ob-uverennom-ustoychivom-sbalansirovannom-i-inklyuzivnom-roste-itogi-predsdatelstva-germanii-i> (In Russ.)
4. Kanaeva O.A [Social imperatives of sustainable development]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ekonomika = St. Petersburg University Journal of Economic Studies*, 2018, vol. 34, no. 1, pp. 26–58.
 URL: <http://vestnik.spbu.ru/html18/s05/s05v1/02.pdf> (In Russ.)
5. Boden T.A., Marland G., Andres R.J. Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO₂ Emissions. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee, USA, 2017.
 URL: https://doi.org/10.3334/CDIAC/00001_V2017

6. Mateos A. [Ecological economy and environment economy: Genesis, a parity and problem]. *Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta* = *Bulletin of Saint-Petersburg State University of Economics*, 2018, no. 1, pp. 161–166. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskaya-ekonomika-i-ekonomika-okruzhayuschey-sredy-genezis-sootnoshenie-i-problemy> (In Russ.)
7. Danilov-Danil'yan V.I. [Nature and man. Individual, society, civilization]. *Biblioteknoe delo*, 2017, no. 8, pp. 10–16. URL: <https://dlib.eastview.com/browse/doc/49106261> (In Russ.)
8. Waldron A., Miller D.C., Redding D. et al. Reductions in Global Biodiversity Loss Predicted from Conservation Spending. *Nature*, 2017, no. 551, pp. 364–367. URL: <https://doi.org/10.1038/nature24295>
9. Zhu Liu. China's Carbon Emissions Report 2016: Regional Carbon Emissions and the Implications for China's Low Carbon Development. Belfer Center for Science and International Affairs, Harvard Kennedy School, Cambridge, Mass, 2016, 23 p. URL: <https://www.belfercenter.org/sites/default/files/legacy/files/China%20Carbon%20Emissions%202016%20final%20web.pdf>
10. Schulz C., Bailey I. The Green Economy and Post-Growth Regimes: Opportunities and Challenges for Economic Geography. *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*, 2014, vol. 96, iss. 3, pp. 277–291. URL: <https://doi.org/10.1111/geob.12051>
11. Newton A.C., Cantarello E. An Introduction to the Green Economy: Science. Systems and Sustainability. Routledge, New York, 2014. URL: <https://doi.org/10.4324/9781315884486>
12. Grigoryan A.A., Borodavkina N.Yu. [The Baltics on the way towards a circular economy]. *Baltiiskii region* = *The Baltic Region*, 2017, vol. 9, no. 3, pp. 7–22. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/strany-pribaltiki-na-puti-k-ekonomike-zamknutogo-tsikla> (In Russ.)
13. Airapetova A.G., Grega V.M. [Sustainable development of economic systems in the formation of environmental management mechanisms]. *Sovremennye aspekty ekonomiki*, 2018, no. 11, pp. 29–36. (In Russ.)
14. Pakhomova N.V., Rikhter K.K., Vetrova M.A. [Transition to a circular economy and closed-loop supply chains as driver of sustainable development]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ekonomika* = *St. Petersburg University Journal of Economic Studies*, 2017, vol. 33, iss. 2, pp. 244–265. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perehod-k-tsirkulyarnoy-ekonomike-i-zamknutym-tsepyam-postavok-kak-faktor-ustoychivogo-razvitiya> (In Russ.)

15. Karlik A.E., Mateos A. [Efficiency of use of energy resources and "green" jobs]. *Ekonomika truda = Labor Economics*, 2018, vol. 5, no. 1, pp. 131–140.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ispolzovaniya-energeticheskikh-resursov-i-zelenye-rabochie-mesta> (In Russ.)
16. Sycheva I.V., Koteneva M.V., Shul'zhenko N.A., Tikhobaev V.M. [To the necessity of the State support of development of infrastructure of recycling of ferrous metallurgy in the Tula region]. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle = Izvestiya Tula State University. Sciences of Earth*, 2019, iss. 1, pp. 335–344.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-neobhodimosti-gosudarstvennoy-podderzhki-razvitiya-infrastruktury-pererabotki-othodov-chernoy-metallurgii-v-tulskom-regione> (In Russ.)
17. Karpova G.A., Razumovskii V.M. [On the greening of regional development planning]. *Zhurnal pravovykh i ekonomicheskikh issledovaniy = Journal of Legal and Economic Studies*, 2016, no. 1, pp. 118–123.
URL: <http://giefjournal.ru/node/873> (In Russ.)
18. Sabinina A.L., Izmalkova S.A., Sycheva I.V. [Digital transformation of regional economy as a strategic potential of its development]. *Ekonomicheskii analiz: teoriya i praktika = Economic Analysis: Theory and Practice*, 2019, vol. 18, iss. 6, pp. 999–1013. (In Russ.) URL: <https://doi.org/10.24891/ea.18.6.999>

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.