

ОТ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Научная статья / Original article



JEL Q01 Q54 Q56 Q58

DOI 10.22394/sp251.01

БАК 5.2.3, 5.2.6

EDN CMQGCL

Головина Т. А., Авдеева И. Л.

СИНЕРГИЯ «ЭКОНОМИКИ КЛИМАТА» И «ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ» В КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Головина Татьяна Александровна

доктор экономических наук, профессор
главный редактор журнала «Форпост науки»
Среднерусский институт управления – филиал РАНХиГС
(г. Орел, Россия), зав. кафедрой менеджмента и управления персоналом
golovina-ta@ranepa.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9258-4100>
SPIN 6690-1401

Tatyana A. Golovina

Doctor of Economic Sciences, Professor
Editor-in-Chief of Science Outpost Journal
Central Russian Institute of Management – Branch of RANEPA
(Orel, Russia), Head of Management and Personnel Management Department
golovina-ta@ranepa.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9258-4100>
SPIN 6690-1401

Авдеева Ирина Леонидовна

кандидат экономических наук, доцент
Среднерусский институт управления – филиал РАНХиГС
(г. Орел, Россия), доцент кафедры менеджмента и управления персоналом
avdeeva-il@ranepa.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4357-7809>
SPIN 3701-1728

Irina L. Avdeeva

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Central Russian Institute of Management – Branch of RANEPA (Orel, Russia), Associate Professor of Management and Personnel Management Department
avdeeva-il@ranepa.ru
<https://orcid.org/0000-0002-4357-7809>
SPIN 3701-1728

Глобальные изменения климата становятся одним из основных препятствий на пути к устойчивому развитию мировой экономики. Сила и интенсивность неблагоприятных погодных и гидрометеорологических явлений год от года растут, что подтверждается многочисленными статистическими данными, полученными в разных странах мира. В последние десятилетия в качестве основной стратегии для борьбы с глобальными изменениями климата рассматривалось достижение углеродной нейтральности. Эта цель обозначена во всех основных климатических документах мирового уровня. Но в связи с инертностью климатической системы Земли глобальное потепление будет продолжаться. Действенный механизм для того, чтобы замедлить и прекратить трансформацию мировой климатической системы, отсутствует. В этой связи именно вопросы адаптации к изменениям климата и развития технологий циркулярной экономики имеют преимущественное значение. Цель статьи – обосновать перспективность совместного применения принципов экономики климата и циркулярной экономики и предложить совокупность организационно-управленческих мер по развитию данных концепций в России. Методологической основой проведенного исследования стала концепция устойчивого развития и теории технологической трансформации экономических систем. Выделены проблемы перехода России к симбиозу экономики климата и циркулярной экономики.

Global change of climate is becoming one of the main obstacles to the sustainable development of global economy. The intensity and effect of adverse weather and hydrometeorological phenomena is increasing from year to year, which is confirmed by numerous statistic data obtained in different countries of the world. In recent decades, achieving carbon neutrality has been considered as the main strategy for combating global climate change. This goal is outlined in all major world-class climate documents. But due to the inertia of the Earth's climate system, global warming will continue. There is no effective mechanism to slow down and stop the global climate system transformation, and in this regard, it is the issues of adaptation to climate change and development of "circular economy" technologies that are of primary importance. The purpose of the article is to substantiate the prospects of joint application of the principles of "climate economics" and "circular economy" and to propose a set of organizational and managerial measures for the development of these concepts in Russia. The methodological basis of the research was the concept of sustainable development and the theory of technological transformation of economic systems. The problems of Russia's transition to the symbiosis of "climate economics" and "circular economy" are highlighted. It is justified that it is

Обосновано, что на регулярной основе необходимо пересматривать подверженность территории к основным климатическим рискам и оценивать её уязвимость к ним, учитывая обновления данных от метеорологической службы о количестве и продолжительности опасных погодных явлений, а также их распространённости. Предложены направления развития циркулярной экономики в условиях обеспечения достижения углеродной нейтральности на принципах адаптации.

Ключевые слова: устойчивое развитие, экономика климата, циркулярная экономика, углеродная нейтральность, энергетический переход, зелёная трансформация экономических систем, адаптация к изменениям климата.

Финансирование: Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 23-28-00659, <https://rscf.ru/project/23-28-00659/>

Вклад авторов: все авторы внесли равный вклад в проведение исследования и написание статьи; выразили согласие нести публичную ответственность за все аспекты работы, связанные с точностью или достоверностью любой части рукописи; одобрили финальную версию статьи перед публикацией.

Конфликт интересов: Т. А. Головина – главный редактор журнала «Форпост науки». И. Л. Авдеева заявляет об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Для цитирования: Головина Т. А., Авдеева И. Л. Синергия «экономики климата» и «циркулярной экономики» в концепции устойчивого развития // Форпост науки. 2025. Том 19, № 1. С. 6-21. <https://doi.org/10.22394/sp251.01>. EDN CMQGCL.

Введение

Изменения климата принято считать самой глобальной отрицательной экстерналией из всех, с которыми когда-либо сталкивалось человечество. В экономической теории экстерналии связаны с общественными благами. При таком подходе земная атмосфера рассматривается как общее благо, которое используется всеми, но не является чьей-либо собственностью.

Основным двигателем зелёной трансформации мировых экономических процессов стала климатическая повестка, центральная идея которой состоит в том, что на Земле происходит быстрое глобальное изменение климата, связанное с антропогенными выбросами парниковых газов. И последствия этой трансформации могут иметь катастрофический характер не только для экономического роста, но, более того, угрожать жизни и здоровью большинства жителей планеты [1].

Идея очередной экономической трансформации, основанная на стремлении к устойчивому развитию и объединенная с климатической повесткой, стала глобальным трендом не так давно. Произошло это в результате поиска баланса экономического, социального и экологического интересов, которые легли в основу формирования «циркулярной экономики» и «экономики климата».

На сегодняшний день человечество достигло наибольшего за всю свою историю уровня производства, в котором используются самые разнообразные материалы. Интенсивность и количество продукции продолжают увеличиваться с каждым годом, что приводит к глобальной для всего мира проблеме – истощению запасов ресурсов. Одним из самых эффективных способов решения данной задачи является развитие циркуляционной экономики [2].

Для ускорения прогресса в достижении целей устойчивого развития Правительство Российской Федерации расширяет масштабы реформ, направленных на то, чтобы

necessary to review the territory's exposure to major climate risks on a regular basis and assess its vulnerability to them, taking into account updates from the meteorological service on the number and duration of dangerous weather events, as well as their prevalence. The directions of "circular economy" development in terms of achieving carbon neutrality based on the principles of adaptation are proposed.

Keywords: sustainable development, climate economics, circular economy, carbon neutrality, energy transition, green transformation of economic systems, adaptation to climate change.

Funding: The reported study was funded by Russian Science Foundation (RSF) № 23-28-00659, available from: <https://rscf.ru/en/project/23-28-00659/>

Authors' contribution: All authors contributed equally to the research and writing; agreed to be publicly responsible for all aspects of the work related to the accuracy or integrity of any part of the manuscript; approved the final version of the article before publication.

Conflict of interest: T. A. Golovina is the Editor-in-Chief of Science Outpost Journal. I. L. Avdeeva declares no conflict of interest requiring disclosure in this article.

For citation: Golovina T. A., Avdeeva I. L. Synergy of "Climate Economics" and "Circular Economy" in the Concept of Sustainable Development. *Science Outpost*, 2025, vol. 19, no. 1, pp. 6-21. Available from: <https://doi.org/10.22394/sp251.01>. Also available from: <https://elibrary.ru/CMQGCL>.

экономический рост не приводил к деградации окружающей среды и потере биоразнообразия. Реформы призваны обеспечить системный переход к циркулярной экономике, которая предполагает устойчивый, низкоуглеродный, ресурсосберегающий и экологически чистый рост, когда загрязнение окружающей среды сводится к минимуму, а состояние экосистем улучшается, при этом никто не остаётся без внимания, и положительный эффект распространяется на всех.

Государство признаёт вредное воздействие на окружающую среду традиционной линейной модели производства «взять ресурсы – произвести товар – утилизировать отходы» и стремится внедрять принципы циркулярной экономики во всех цепочках поставок в промышленности. Такое внимание отражает его приверженность решению проблемы изменения климата, поскольку российские производственные предприятия являются одними из основных источников глобального загрязнения.

Циркулярная экономика, или экономика замкнутого цикла, – экономическая модель, основанная на возобновлении использованных ресурсов путём их переработки [3]. Для достижения данной модели следует соблюдать принципы:

- использование продуктов и услуг, которые минимизируют количество вторичных отходов или создают отходы с возможностью дальнейшей переработки для повторного использования или с быстрой и безопасной утилизацией;
- создание инфраструктуры для сбора вторичных материальных ресурсов и переработки их в сырьё для альтернативной реализации, переход от ископаемого топлива к возобновляемым источникам энергии, а также её рациональное использование, снижение потребления в пользу аренды и многоразового применения товара;
- внедрение экодизайна и регуляция использованных ресурсов в производстве;
- создание как экономических, так и социальных стимулов, формирующих для потребителей и производителей условия для реализации вышеперечисленных принципов.

Процесс внедрения циркулярной экономики можно разделить на несколько стадий: стандартизация, внедрение строгой сортировки отходов и регуляции выбросов на предприятиях, полное внедрение циркулярной экономики [4]. Результатами внедрения циркулярной экономики являются: повышение эффективности производств, улучшение экологической ситуации, значительный прогресс в решении глобальных проблем и, как следствие, повышение общего качества жизни граждан.

Материалы и методика исследования

Главные причины курса на глобальную декарбонизацию выделяются в нескольких теориях. Наиболее распространённая говорит о четвёртом энергопереходе, который происходит в настоящее время. Канадский ученый В. Смил, автор данного термина, даёт следующее определение энергоперехода: «изменение структуры первичного энергопотребления и постепенного перехода от существующей схемы энергообеспечения к новому состоянию энергетической системы» [5].

Ещё одна теория о трансформации процесса потребления традиционных видов топлива предложена российскими учёными О. Е. Медведевой, Е. Н. Павловой, А. С. Тулуповым, которые считают происходящие сейчас процессы переходом к шестому технологическому укладу. Его основная черта: ускоренный переход на новые технологии, который сопровождается обесцениванием капитала, вложенного в уже существующие производственные активы [6].

В ходе настоящего исследования были применены такие методы, как компаративный анализ, ретроспективная оценка, логический метод, метод аналогии, контент-анализ и др.

Экономика климата во времени и пространстве

Потребление электроэнергии в мире продолжает расти колоссальными темпами. И если ещё 10 лет назад лидерами по количеству истраченных гигаватт-часов были развитые страны, то сейчас перевес идёт в сторону развивающихся стран. И несмотря на масштабную работу по энергосбережению, тренд на увеличение производства и потребление

электричества, необходимого для развития мировой экономики, продолжает расти. Жизнь на Земле существует за счёт потребления энергии. В прошлом веке человечество смогло в 10 раз увеличить потребление энергии, вместе с которым растёт и население нашей планеты [7].

Существует множество сценариев того, как будут меняться климат и мировая экономика в результате перехода на низкоэмиссионное развитие [8; 9]. Каждый конкретный сценарий зависит от того, какие цели ставят себе правительства государств в рамках достижения глобальной задачи по снижению антропогенного воздействия на климат. Одним из наиболее агрессивных является план по достижению углеродной нейтральности до 2050 года, о котором заявил ряд государств с наибольшим уровнем экономического развития.

Если оценивать данный факт с экономической точки зрения, то такой стремительный переход требует огромных затрат. При этом любые сценарии, в которых затраты на электроэнергию будут более 10 % от ВВП, не предполагают экономического роста. В современных условиях, когда непрерывный рост является главным ориентиром, такой подход исключён. Адаптация к изменениям климата должна обеспечивать необходимые темпы экономического развития [10].

Как отмечал академик М. И. Будыко, незамедлительное сокращение выбросов парниковых газов приведёт к тяжелейшему ущербу для мировой энергетики и потребует затрат, недоступных для многих стран [11]. В текущем виде борьба с возможной климатической катастрофой в будущем станет экономической катастрофой в ближайшее время.

Ряд вариантов развития предполагает для России и стран СНГ ситуацию, что затраты на энергетику превысят 20 % ВВП, в то время как на мировом уровне этот показатель составит 7,5 % ВВП, для экономики Японии – 4,2 %, США и Европы – 6,5 %. В качестве решения проблемы важно, чтобы экономическая стратегия каждого государства включала в себя климатическую политику как неотъемлемую часть развития [12].

Экономика к усилению глобальных климатических изменений должна готовиться двумя способами: превентивно и оперативно. При этом доля расходов на оба эти направления в идеале должна быть одинаковой. По факту, если смотреть уровень затрат на плановую адаптацию и оперативные меры реагирования на последствия чрезвычайных погодных явлений, то разрыв в пользу оперативности достигает значительных величин. Например, в Австралии на устранение последствий климатических аномалий и неблагоприятных погодных явлений тратится в 50 раз больше средств, чем на их предупреждение.

Одна из возможных причин разрыва – особенности экономического и климатического прогнозирования. Если для климата дальний горизонт измеряется тысячелетиями, то для экономики строить планы более чем на 20 лет – цель весьма абстрактная. Получается, что общие задачи выстраиваются для понятий, находящихся в разных системах координат. О том, что снизить антропогенное воздействие на климат необходимо только за счёт скорейшего достижения углеродной нейтральности, не говорится ни в Парижском соглашении, ни в РКИК ООН.

Более того, политика углеродной нейтральности вообще противоречит таким основополагающим принципам этих документов, как дифференцированный подход к решению проблемы выбросов, основывающемся на особенностях различных государств. Поэтому об экологической справедливости, достижение которой необходимо не меньше углеродной нейтральности, с таким подходом речи быть не может. Агрессивное навязывание ускоренного энергоперехода на ВИЭ – это не экологическая справедливость, а механизм конкурентной борьбы.

Одним из самых главных в этой борьбе стало внедрение Евросоюзом механизма СВАМ (Carbon Border Adjustment Mechanism), официальная цель которого – стремление государств, входящих в ЕС, предотвратить «утечку углерода» в страны с менее строгим климатическим законодательством. СВАМ по сути своей похож на таможенный сбор, размер рассчитывается исходя из объёмов прямых выбросов парниковых газов, образовавшихся при выпуске продукции. Оплачивает СВАМ, который сейчас введён для цемента, удобрений, железа, стали, алюминия, электроэнергии, импортёр, но на самом деле

основная цель СВАМ не бороться за сокращение выбросов, а вести политику протекционизма в отношении собственных производителей, экономическая эффективность которых в связи с ускоренным переходом на зелёную энергетику значительно снизилась.

По мнению экспертов, введение этого сбора является дискриминацией торговых партнёров ЕС, так как, по сути, также принуждает их к формированию сходных механизмов углеродного регулирования. Но если для Европы переход на ВИЭ обусловлен объективными факторами, то для других государств должны быть разработаны другие механизмы, исходя из их особенностей и возможностей. Для планомерного ведения работы по адаптации к изменениям климата развивающимся странам и без СВАМ не хватает средств. По данным ИНП РАН, на превентивную адаптацию им нужно порядка 400 млрд долл. США, а направляется на эти цели не больше 70 млрд долл. [13].

Для России достижение углеродной нейтральности за счёт перехода на возобновляемые источники энергии не имеет смысла. С учётом дифференцированного подхода нашей стране необходим другой путь: повышение энергопроизводительности реального сектора и энергосбережения, сокращение фугитивных выбросов и отходов [14].

Если предположить, что в идеальном мире каждое государство могло бы выбирать собственный путь адаптации к меняющимся климатическим условиям, следующей проблемой, с которой человечество уже столкнулось в рамках энергоперехода, становится дефицит ресурсов.

Также в контексте энергоперехода особое значение имеет проблема истощаемости природных ресурсов, на которых с начала XIX века строится экономический рост, не раз становилась темой научных исследований. В 1972 году новый толчок к развитию темы дал доклад Римского клуба «Пределы роста», в котором на основе математических моделей были построены прогнозы развития человечества.

Одним из главных выводов стало то, что развитие прежними темпами возможно только при сокращении рождаемости или появлении нового, неограниченного источника энергии. В противном случае людям придётся отказаться от привычного уровня жизни и человечество «откатится» назад, так как для развития не хватит ресурсов.

Нобелевский лауреат, получивший премию в области экономики, Уильям Нордхаус занимался данной проблемой на протяжении долгих лет. И уже в 1990-е годы он начал строить интегрированную оценочную модель, которая позволяет сделать «фундаментальные оценки причин и последствий технологических инноваций и климатических изменений», наглядно показывает, как связаны климат и экономика, как изменения одного сказываются на другом [15].

Одним из наиболее популярных вариантов решения проблемы изменения климата называют «налог Пигу». В 1920 году экономист Артур Сесил Пигу в своей работе «Экономика благосостояния» предложил облагать платой (налогом) любую рыночную деятельность, приводящую к отрицательным внешним эффектам (внешние издержки производителя, не включённые в рыночную цену) [16]. Введение такого налога в теории обеспечивает оптимальное решение проблемы для всего общества, так как получится, что издержки, которые понесут компании, производящие выбросы парниковых газов, включают в себя тот урон, который наносится всем остальным жителям Земли.

Учитывая то, что нельзя подсчитать, не поддаётся управлению, для определения стоимости выбросов необходимо подсчитать предельные издержки. В связи с масштабностью и многофакторностью таких расчётов принято использовать одну из трёх основных методологий сбора необходимой информации:

- опрос экспертов;
- статистический метод, когда для выявления уровня адаптации сравниваются экономические показатели и характеристики регионов с разным климатом в границах одного государства;
- инвентаризационный метод, подразумевающий сбор и анализ научных публикаций по разным отраслям.

При этом результаты подсчётов могут значительно отличаться в зависимости как от

методики, так и от других факторов. Отмечается, что даже у ведущих мировых специалистов, таких как Нордхаус, бывают совершенно разные прогнозы. Например, потепление на 3° в его работе 2006 года оценено как фактор, увеличивающий мировой ВВП на 0,9 %. А в статье 2013 года он же прогнозирует, что при таком увеличении температуры мировой ВВП снизится на 2,25 % [17]. В связи с многочисленными расхождениями для получения наиболее точных расчётов используют метаанализ, однако говорить о том, что его результаты полностью достоверны, вряд ли возможно.

Трансграничное углеродное регулирование ЕС по-прежнему остаётся значимым экономическим стимулом декарбонизации российских углеродноинтенсивных экспортноориентированных отраслей. По мнению большинства специалистов, российским производителям с учётом прогнозируемой цены CO_2 на рынках ЕС будет выгоднее инвестировать в улавливание, захоронение CO_2 , нежели платить трансграничный сбор в бюджет Евросоюза. Несмотря на происходящие геополитические события, Россия по-прежнему остаётся верна своим принципам и обязательствам, данным международному сообществу в части декарбонизации.

Россия в целом не отказывается от реализации «Стратегии социально-экономического развития РФ с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года». В то же время цели Стратегии в условиях внешнеэкономических ограничений, глобального энергоперехода и ужесточения углеродного регулирования стали труднодостижимыми.

В Стратегию закладывались среднегодовые темпы прироста ВВП не менее 3 % до 2050 года. В текущей же ситуации без дополнительной господдержки и адаптации темпы экономического роста до 2050 года не превысят 1,5 %. Это достаточно серьёзное сокращение, снижающее стимулы к декарбонизации.

Декарбонизация промышленности основана на переходе на новые, низкоуглеродные технологии. Большинство наилучших технологий стало недоступным для российских компаний из-за санкций. В результате исчезают инструменты изменения технологического уклада и растёт риск отставания России от развитых стран.

Следует отметить, что задачи, связанные с импортозамещением, реинжинирингом пострадавших производственных и логистических цепочек, развитием транспортной инфраструктуры и так далее, изначально в Стратегии не разрабатывались. Соответственно, этих затрат нет в общем объёме инвестиций на реализацию Стратегии, который оценивался в размере 1 трлн долл.

В результате глобального энергоперехода, внешнеэкономических ограничений и ужесточения углеродного регулирования выручка России от экспорта углеродно-интенсивных товаров может сократиться на \$5,6 трлн в 2022–2050 гг. Необходимо искать альтернативные рынки и источники экспортной выручки.

Нельзя сбрасывать со счетов и инерционный сценарий, при котором экспортные потоки не будут переориентированы на Восток, трудности импортозамещения не будут преодолены, цепочки производства и поставок не будут перестроены, хотя, возможно, падение физических объёмов экспорта будет отчасти компенсировано ростом цен.

В этом сценарии декарбонизация в России будет происходить в основном за счёт сокращения объёмов производства, как уже было в нашей истории после падения СССР. При сохранении такой тенденции страна способна достичь углеродной нейтральности раньше 2060 года.

Объём инвестиций в декарбонизацию с учётом сокращения выбросов в результате падения объёмов производства может сократиться в 2 раза, т. е. с 1 трлн до 500 млрд долл. США. При этом модернизации российской экономики не произойдёт, и она останется неконкурентоспособной и углеродноинтенсивной.

Ситуация 1990-х годов, когда распался Советский Союз и выбросы Российской Федерации (РСФСР как части СССР) сократились наполовину, была, по сути дела, вызвана теми же самыми факторами. Страна сокращала объёмы промышленного производства углеродноинтенсивных товаров. Падала экономика – падали выбросы.

В сфере российской возобновляемой электроэнергетики ситуация несколько изменилась. Цели программы развития зелёной энергетики России (ВИЭ 2.0) остаются прежними. Однако темпы ввода мощностей будут замедлены. И если ранее прогнозировали, что к 2050 году ввод основных мощностей возобновляемой энергетики – солнечных электростанций (СЭС) и ветровых электростанций (ВЭС) – на уровне 124 ГВт, то сейчас речь идёт о в 2 раза меньшей величине – 60 ГВт. Это, конечно, большое сокращение, но программу нельзя сворачивать и необходимо всячески поддерживать.

Российская Федерация подписала Киотский протокол, но отказалась от участия во втором его периоде, так как документ не распространяется на Индию и Китай, которые наряду с США значительно опережают Россию по эмиссии парниковых газов. Кроме того, в документе есть ряд моментов, которые признаны дискриминационными для российской экономики.

Например, после того как наше государство вышло бы по объёму выбросов на базовый 1990 год, для продолжения экономической деятельности в соответствии с требованиями Киотского протокола было бы необходимым покупать квоты на выбросы.

В 2016 году вступил в законную силу новый документ, регулирующий международное сотрудничество в климатических вопросах – Парижское соглашение по климату. Его главная задача – удержать рост средней температуры в пределах 1,5–2°C относительно доиндустриальной эпохи. Для этого необходимо до 2050 года снизить выбросы парниковых газов на 70–80 %, а затем перейти на полностью углеродно нейтральную экономику. Главные черты Парижского соглашения – добровольность и универсальность. Все ратифицировавшие его страны сами определили свои обязательства в части снижения выбросов парниковых газов. Каждые 5 лет необходимо отчитываться о проделанной работе по снижению эмиссии.

Важным отличием Парижского соглашения от Киотского протокола стало целеполагание. Если в Киотском протоколе главным было снизить антропогенные выбросы парниковых газов, то Парижское соглашение направлено и на адаптацию к изменениям климата. Главным недостатком же Парижского соглашения стало отсутствие в документе эффективного механизма для принуждения выполнять достигнутые договорённости. В международно-правовом аспекте сокращения эмиссии не являются обязательными, а комитет, который наблюдает за выполнением Парижского соглашения, не обладает для этого реальными полномочиями.

Ещё один весомый минус – в силу документ вступил в 2021 году, и на уровне отдельных государств ещё идёт разработка необходимой нормативно-правовой базы, призванной обеспечить выполнение Парижского соглашения. Однако времени на то, чтобы принимать реальные меры, уже, возможно, и нет. Как отмечает В. В. Тетельмин, температуру потепления на 2° можно было бы реально удержать только при условии обеспечения углеродной нейтральности в 1985 году, когда концентрация антропогенных парниковых газов в атмосфере была не больше 100 млн⁻¹ (ppm-eq). То количество парниковых газов, которое уже накоплено в атмосфере, обеспечит к 2100 году значительное превышение температурного предела, установленного Парижским соглашением [18; 19].

В докладе МГЭАИК 2021 года отмечается, что воздействие климата растёт намного быстрее, чем мир успевает к этому подготовиться. Ряд экспертов придерживается мнения о том, что вопросы адаптации стали подниматься на 20–30 лет позже, чем это было нужно. И сегодня человечество не просто не догоняет всё быстрее меняющийся климат, а безнадежно отстало и обречено на проигрыш в это гонке.

В России в соответствии с требованиями мировой климатической повестки принят ряд нормативных документов. Российское законодательство в этом направлении – одно из самых современных и проработанных. В качестве стратегического приоритета в документах отмечается экологическая безопасность. Для её обеспечения предлагается создать систему регулирования выбросов парниковых газов. Кроме того, обозначена важность поддержки проектов по снижению эмиссии и увеличению поглощающей способности. В соответствии с основным сценарием на государственном уровне содействие сокращению

эмиссии осуществляется через создание специальной системы налогового стимулирования компаний.

В 2023 году Президент РФ В. В. Путин подписал указ № 812, которым была утверждена новая климатическая доктрина. В ней определена главная долгосрочная цель климатической политики нашей страны – достичь к 2060 году углеродной нейтральности.

В документе подчёркивается, что «...эффективная климатическая политика России направлена на модернизацию экономики и повышение конкурентоспособности за счёт рационального использования природных ресурсов и повышения энергоэффективности...». При этом следует понимать, что приоритетной должна стать адаптация именно тех государств, которые находятся в наиболее уязвимом положении, так как для них последствия неблагоприятных погодных явлений могут иметь катастрофический характер, хотя сами они внесли минимальный вклад в повышение температуры Земли в связи с низким уровнем экономического развития. Например, эмиссия парниковых газов стран Африки в мировом балансе оставляет всего 4 %, а вот изменения климата для них обернутся колоссальным ущербом.

Что касается конкретных мер, направленных на адаптацию к изменениям климата, то выделяют несколько их уровней: мировой, континентальный, национальный (государственный), региональный и муниципальный. Такой переход от общего к частному позволяет разрабатывать наиболее широкий перечень мероприятий от глобальных до точечных, направленных на решение локальных задач.

Способность к адаптации напрямую зависит от социально-экономической ситуации в каждой конкретной стране. Государства с развитой экономикой на протяжении ряда лет проводят адаптационные мероприятия, которые необходимы в связи с изменениями в состоянии окружающей среды. Например, в Нидерландах ведётся строительство высокотехнологичных плавучих домов. В Калифорнии создают искусственные рифы, в Австралии много внимания уделяют снижению температуры городской среды и так далее.

Адаптацию делят на две основные группы: инкрементную и трансформационную. Первая подразумевает сохранение сути и целостности системы (процесса) в его существующем масштабе. Вторая направлена на изменение фундаментальных свойств в связи с ожидающимися изменениями климата и воздействиями, которые данные изменения производят.

Для планирования адаптации разработан международный стандарт ИСО 14090:2019, в соответствии с которым формирование адаптационных мероприятий делится на ряд основных этапов:

- определение заинтересованных сторон и создание механизма их взаимодействия;
- оценка климатического воздействия, включая оценку как уязвимости, так и возможных выгод для определения главных целей и направлений адаптации;
- разработка мер и оценка ресурсов;
- мониторинг и оценка результатов.

При этом разработка планов адаптации на муниципальном уровне будет эффективна в том случае, если есть чётко определённые государством правила подготовки данных документов, сформирована нормативно-правовая база, обеспечена поддержка, в том числе экспертная, со стороны государства и научного сообщества.

Поэтому для действенности адаптации на разных уровнях большое значение имеет качество программ социально-экономического развития, а также оптимальный выбор субъекта адаптации и обеспечение максимального охвата и вовлечения всех стейкхолдеров.

При разработке мер и планов адаптации важно понимать пределы адаптации, которые могут быть:

- физическими (экологическими) – когда предотвратить негативное воздействие невозможно ни с помощью технических средств, ни какими-либо институциональными изменениями;
- политическими (социальными) – например, когда нет возможности уменьшить водопотребление или найти новые источники водоснабжения;

- экономическими – если адаптационные мероприятия к изменениям климата оказываются слишком дорогостоящими относительно результатов, которые планируется достичь;
- институциональными (культурными) – отсутствие слаженности действий между государствами, расположенными на берегах, недооценка важности управления природными ресурсами;
- информационными (когнитивными) – непонимание серьёзности проблемы изменения климата, отсутствие доступа к современным технологиям.

Циркулярная экономика в устойчивом развитии экономических систем

Концепция циркулярной экономики, впервые выдвинутая в 1977 году, подразумевает существенное снижение воздействия производства на окружающую среду путём перехода от традиционной линейной модели производства, построенной по принципу «взять ресурсы – произвести товар – утилизировать отходы», к замкнутым системам, которые работают по принципу цикла, идущего от производителей к потребителям и обратно к производителям [20]. В таких системах товары становятся более долговечными за счёт увеличения продолжительности их жизненного цикла (т. е. периода, в течение которого продукт остаётся функциональным и пригодным для использования) и срока службы (т. е. периода от создания до утилизации) [21]. Это позволяет свести к минимуму количество образуемых твёрдых отходов и загрязнение окружающей среды, повысить продуктивность использования ресурсов, создать новые рабочие места и стимулировать конкурентоспособность экономики.

Эта концепция тесно связана с осуществлением инклюзивного перехода к устойчивому развитию. Данная концепция делает упор на внедрение низкоуглеродных, ресурсосберегающих моделей производства и потребления, в то время как циркулярная экономика подразумевает замкнутый цикл производства и потребления.

Циркулярная экономика – это экономика, которая заменяет производство принципом достаточности: повторное использование того, что можно использовать, переработка того, что нельзя использовать повторно, ремонт того, что сломалось, извлечение и восстановление компонентов из того, что нельзя отремонтировать», превращая «товары, срок службы которых подходит к концу, в ресурсы для других товаров, замыкая циклы в промышленных экосистемах и минимизируя отходы» [22].

Концепция циркулярной экономики развивалась с течением времени, а эксперты и исследовательские институты постоянно расширяли её границы и практическое применение. Данная система делит производственные процессы на два различных цикла, основанных на типе используемых материалов, а именно: технический цикл (в котором используются абиотические, неживые материалы) и биологический цикл (в котором используются биотические, живые материалы).

Она характеризуется следующими принципами: «чем меньше цикл (с точки зрения видов деятельности и географии), тем он выгоднее и эффективнее с точки зрения использования ресурсов; у циклов нет начала и конца; скорость циркулярных потоков имеет решающее значение: эффективность управления запасами в циркулярной экономике возрастает с уменьшением скорости потока; продолжение владения товаром экономически выгодно: повторное использование, ремонт и восстановление компонентов без смены владельца позволяют вдвойне экономить на транзакционных издержках [23].

Акцент делается на минимизации отходов и повышении эффективности использования ресурсов путём построения этапа проектирования и дизайна вокруг следующих трёх основных принципов:

- исключение образования отходов и загрязнения окружающей среды путём разработки товаров, способных выдерживать длительное использование без существенного снижения производительности;
- обращение изделий и материалов по их наибольшей ценности за счёт разработки изделий, которые можно легко разобрать на отдельные компоненты, и применения материалов, которые можно легко использовать повторно;

– восстановление природы путём интеграции природных решений, таких как возобновляемые источники энергии и рациональные методы ведения сельского хозяйства.

Принятие этих принципов позволит предприятиям минимизировать воздействие на окружающую среду и одновременно повысить устойчивость цепочки поставок за счёт диверсификации продукции, соблюдения нормативных требований, повышения доверия клиентов на внутреннем и мировом рынках, а также налаживания новых партнёрских отношений между отечественными предприятиями и международными поставщиками.

В последние годы повестка циркулярной экономики становится трендом для различных отраслей экономики. На Всемирном форуме экономики замкнутого цикла 2024 (WCEF 2024, 15 – 18 апреля 2024 г.) было определено несколько ключевых инструментов, которые поддерживают циркулярную экономику. Одной из бизнес-моделей, которая может ускорить переход к экономике замкнутого цикла, является платформенная экономика [24]. Современные платформы, такие как Amazon, Uber, Airbnb, произвели революцию в отраслях и достигли глобального масштаба, однако многие из них по-прежнему стимулируют линейную экономику, упуская потенциал в создании циркулярных рынков.

Промышленность должна учитывать такие императивы, как ремонтпригодность, восстановление и модернизация изделий. Для этого необходимо повысить эффективность использования материалов (например, их повторное использование) [25]. Внутри отрасли производители могут сыграть значительную роль в повышении устойчивости цепочек создания стоимости, сотрудничая с поставщиками, государственными организациями, неправительственными организациями. Это включает совершенствование надёжной отчетности в области устойчивого развития, продвижение стратегических инвестиций в технологии, которые способствуют ресурсосберегающим производственным процессам, изучение инновационных решений. Для того чтобы цепочка создания стоимости важнейших полезных ископаемых приносила выгоды поколениям, необходимо создание последовательных стратегий, которые бы направляли использование цепочек создания стоимости важнейших полезных ископаемых для экономического развития, включая экономические и социальные возможности, которые могут быть получены в результате производства продукции.

В настоящее время Россия добилась значительного прогресса в сокращении негативного влияния экономического роста на окружающую среду [26]. Правительство постоянно уделяет приоритетное внимание вопросам охраны окружающей среды, включая их в основные нормативные акты и программы, что приводит к постепенному сближению с принципами циркулярной экономики. Охрана окружающей среды закреплена в Конституции страны, а экологическое законодательство поощряет меры по минимизации загрязнения, обеспечению рационального использования природных ресурсов и привлечению физических и юридических лиц к ответственности за нанесение вреда окружающей среде [27].

Россия уже заложила фундамент для перехода к циркулярной экономике. Страна включила ряд принципов циркулярной экономики в нормативно-правовую базу и стратегии развития, определив их в качестве основных факторов достижения устойчивости [28]. Также начата реализация инициатив, направленных на преобразование моделей производства и потребления.

Принципы циркулярной экономики отражены во многих отраслевых законах, а также в ключевых стратегиях и инициативах развития. Они направлены на содействие развитию гидроэнергетики, совершенствование системы обращения с отходами и минимизацию загрязнения окружающей среды [29].

Принципы циркулярной экономики являются важнейшим инструментом для устойчивого социально-экономического развития страны, т. к. они способствуют внедрению практики устойчивого развития в различных отраслях экономики и на уровне общества, что позволит значительно сократить негативное воздействие производства и потребления на окружающую среду, обеспечив тем самым достижение следующих целей:

– экономической устойчивости, позволяющей сделать экономику более конкурентоспособной, характеризующейся более эффективным использованием ресурсов и специализацией на технологически ёмкой продукции;

– социальной устойчивости, когда будут создаваться новые рабочие места для всех, что обеспечит более высокий уровень дохода и снизит нагрузку на городскую инфраструктуру, вызванную миграцией людей в поисках работы;

– экологической устойчивости, способствующей снижению зависимости от невозобновляемых источников энергии на уровне предприятий при одновременном повышении эффективности цепочек поставок и минимизации уровня загрязнения и образования отходов [30; 31].

Отметим, что российским предприятиям ещё предстоит проделать долгий путь для перехода к циркулярной экономике. Основной проблемой является недостаточная осведомлённость предприятий и потребителей о принципах экономики замкнутого цикла [32; 33]. Предприятия, которые внедрили эти принципы, всё ещё находятся на ранних стадиях перехода к циркулярной экономике и сталкиваются с рядом проблем.

Целесообразно выделить следующие проблемы внедрения технологий циркулярной экономики:

– слабый технологический потенциал предприятий: предприятиям не хватает знаний, навыков, систем информационно-коммуникационных технологий и финансовых ресурсов, необходимых для полного перехода к производству по принципу замкнутого цикла;

– низкий внутренний спрос: низкий спрос на долговечные товары отбивает у предприятий желание инвестировать в циркулярную экономику, что является серьёзной проблемой, отражающей недостаточную осведомлённость потребителей о концепции циркулярной экономики;

– недостаточно развитые связи с зарубежными поставщиками и покупателями: предприятия сталкиваются с трудностями при поиске поставщиков техники и оборудования, покупателей на свою продукцию и согласовании выгодных условий;

– недостаточная вовлечённость потребителей: предприятия взаимодействуют с потребителями только на этапе после продажи своей продукции, что ограничивает возможности для повышения осведомлённости населения о принципах циркулярной экономики и изучения возможностей для совершенствования продукции;

– низкая заинтересованность заниматься вопросами управления отходами: малые и средние предприятия (МСП) в качестве основного сдерживающего фактора для инвестиций в переработку отходов называют низкие объёмы производства, а крупные предприятия не видят долгосрочных выгод;

– ограниченная информированность о действующих нормативно-правовых документах: крупные предприятия знакомы с национальным законодательством, а вот МСП сложно ориентироваться в национальных и международных требованиях и правилах;

– слабая система обеспечения качества: недостаточно развитая система технического регулирования, стандартизации и оценки соответствия препятствуют созданию равных условий, тем самым сдерживая инвестиции во внедрение бизнес-моделей циркулярной экономики.

Выделим риски, обусловленные прозрачностью и прослеживаемостью результатов внедрения технологий циркулярной экономики:

– отсутствие законодательства, стимулирующего внедрение принципов экологичности, социальной ответственности и управления: это отрицательно сказывается на прозрачности и ответственности производителей, затрудняя привлечение их к ответственности за негативное воздействие на окружающую среду в течение всего жизненного цикла продукции;

– недостаточное взаимодействие и информационная совместимость;

– недостаточно развитая система кибербезопасности;

– цифровая связь: постоянные проблемы с подключением к интернету и его доступностью, особенно в сельской местности, снижают возможности внедрения системы прослеживаемости.

Правительству Российской Федерации необходимо особое внимание уделить разработке необходимых горизонтальных, межотраслевых нормативных актов и мер политики,

чтобы обеспечить единую для всей экономики систему и последовательность в проведении отраслевых реформ.

Направлениями развития циркулярной экономики должны стать:

- устойчивая энергетика: акцент на достижении углеродно нейтральных (т. е. с нулевым уровнем выбросов) и устойчивых энергетических систем, которые включают в себя устойчивое развитие водородной энергетики; закрепление развития возобновляемой энергетики в рамках «справедливого перехода»; приведение в соответствие с передовым международным опытом;
- обращение с отходами: обновление существующей системы взимания платы за загрязнение окружающей среды и обеспечение полного соответствия действующего законодательства принципам циркулярной экономики, а также развитие регионального и международного сотрудничества для решения проблем управления трансграничными отходами;
- инфраструктура обеспечения качества: разработка необходимых технических регламентов для внедрения принципов циркулярной экономики в различных секторах; важно, чтобы такие регламенты содержали ссылки на международно признанные стандарты в области циркулярной экономики и прослеживаемости;
- кибербезопасность: создание эффективной системы кибербезопасности, включая разработку соответствующего законодательства, повышение институционального потенциала и налаживание международных партнёрских связей;
- устойчивая торговля и цифровизация цепочек поставок: содействие развитию устойчивой торговой практики и дальнейшее улучшение условий для упрощения процедур торговли;
- устойчивый транспорт: разработка стратегии повышения устойчивости системы внутреннего транспорта к изменению климата;
- устойчивое потребление: популяризация регенеративных моделей потребления с помощью информационных кампаний и образовательных программ.

Заключение

Вопросы климатической повестки являются приоритетными для всего мира. Даже осложнение геополитической ситуации, которое началось в 2022 году в связи со специальной военной операцией, не отвлекло ведущие государства от решения проблем, связанных с глобальным изменением климата. Более того, ряд европейских стран заявил об ускорении перехода на зелёную энергетику и отказа от ископаемого топлива в более короткие сроки, чем изначально планировали, пусть даже причиной такого ускорения стала не забота о планете, а санкционная борьба с Россией как одним из основных мировых экспортёров углеводородов. Причины такого внимания очевидны: ущерб от климатических изменений ежегодно увеличивается. Дальнейшее развитие экономики, не ориентированное на сокращение выбросов парниковых газов, несёт значительную угрозу разрушения инфраструктурных объектов, усиление дефицита чистой воды и продовольствия, окажет негативное влияние на состояние здоровья населения. Экономический ущерб в такой ситуации оценивается в текущем столетии на уровне от 5 % до 20 % мирового ВВП в год. Россия, в свою очередь, является как одним из лидеров по количеству выбросов парниковых газов, так и государством с высоким показателем их депонирования.

Действующие в России модели производства и потребления энергии неустойчивы, а гидроэнергетика характеризуется невысокой эффективностью и дефицитом воды, что затрудняет полную декарбонизацию. Финансовые ограничения ещё больше сдерживают дальнейший прогресс в данной сфере, что затрудняет инвестиции в климатоустойчивую инфраструктуру. Вредное воздействие на окружающую среду и ресурсы России усугубляется отсутствием надлежащей системы утилизации твердых отходов.

Текущие модели использования ресурсов в России создают значительные трудности для внедрения принципов циркулярной экономики и экономики климата, поскольку экспансивное развитие отраслей народного хозяйства подразумевает неэкологичные и неустойчивые методы добычи и использования сырья и природных ресурсов.

В качестве основной стратегии для борьбы с глобальными изменениями климата рассматривается достижение углеродной нейтральности. Эта цель обозначена во всех основных климатических документах мирового уровня, именно вопросы адаптации к изменениям климата имеют преимущественное значение. Особенно важно обеспечить чувствительность механизмов по адаптации и митигации и активизировать развитие технологий циркулярной экономики.

Список источников

1. Влияние мегатренда «истощение природных ресурсов и изменение климата» на развитие экономики и общества / М. А. Артамонова, А. Д. Гогина, Л. А. Нилова, С. Н. Халевина // Самоуправление. – 2023. – № 2(135). – С. 154-160. – EDN WVTTJM.
2. Чжан, Я. «Стоимость экономики климата» и инструменты климатического регулирования / Я. Чжан, В. А. Шиболденков // Экономика и управление: проблемы, решения. – 2024. – Т. 2, № 6(147). – С. 38-51. – <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2024.06.02.004>. – EDN MVCPVZ.
3. Сычева, И. Н. Циркулярная экономика: противоречия и форматы их разрешения / И. Н. Сычева, О. З. Енгоян // Экономика и управление: теория и практика. – 2024. – Т. 10, № 2. – С. 58-63. – EDN MYNYWZ.
4. Титова, Н. Ю. Реализация принципов циркулярной экономики в деятельности крупнейших российских компаний / Н. Ю. Титова // Фундаментальные исследования. – 2023. – № 12. – С. 114-118. – <https://doi.org/10.17513/fr.43544>. – EDN JQCHWC.
5. Smil, V. Energy Transitions. History, Requirements, Prospects / V. Smil. – Santa Barbara: Praeger, 2010. – 192 p. – ISBN 978-0-313-38177-5.
6. Медведева, О. Е. Устойчивое развитие, "зеленая" трансформация и климатическая повестка: соотношение, подходы, институциональный инструментарий / О. Е. Медведева, А. Н. Павлов, А. С. Тулупов // Проблемы рыночной экономики. – 2023. – № 3. – С. 101-116. – <https://doi.org/10.33051/2500-2325-2023-3-101-116>. – EDN JNWVJJ.
7. Сурайкин, К. И. Экономика изменения климата / К. И. Сурайкин // Международный журнал прикладных наук и технологий Integral. – 2021. – № 2-2. – EDN IWAWYP.
8. Десмет, К. Экономика изменения климата во времени и пространстве / К. Десмет, Э. Росси-Хансберг // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. – 2024. – № 10. – С. 101-143. – EDN WPXDNQ.
9. Сальникова, Е. Б. Анализ последствий изменения климата на структурные сдвиги в мировой экономике / Е. Б. Сальникова, Е. А. Мамистова, К. Р. Котова // Экономика и предпринимательство. – 2024. – № 6(167). – С. 49-52. – <https://doi.org/10.34925/EIP.2024.167.6.006>. – EDN AZQOQZ.
10. Газман, В. Д. Экономическая оценка выбросов CO₂ в экологическом разделе ESG / В. Д. Газман // Экономический журнал Высшей школы экономики. – 2022. – Т. 26, № 4. – С. 579-597. – <https://doi.org/10.17323/1813-8691-2022-26-4-579-597>. – EDN GQSYNI.
11. Budyko, M. I. Empirical estimates of climate change by the late 20th century / M. I. Budyko, N. A. Efimova, L. A. Strokina // Russian Meteorology and Hydrology. – 1999. – No. 12. – P. 1-7. – EDN LRNYFT.
12. Титова, Н. Ю. Низкоуглеродная циркулярная экономика как инструмент управления выбросами углекислого газа российских нефтегазовых компаний / Н. Ю. Титова, Т. В. Терентьева // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета. – 2024. – Т. 16, № 3(71). – С. 66-79. – EDN SCPOEM.
13. Четкина, Е. А. Формирование концепции циркулярной экономики как инструмента достижения целей устойчивого развития / Е. А. Четкина, А. А. Бочарова // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2024. – Т. 14, № 5-1. – С. 26-36. – URL: <http://publishing-vak.ru/file/archive-economy-2024-5/a3-chetkina-bocharova.pdf>. – EDN EMNWWL.
14. Цыгалов, Ю. М. Политики и процедуры ESG-преобразования российских компаний / Ю. М. Цыгалов, С. А. Стрижов // Управленческое консультирование. – 2022. – № 7(163). – С. 88-95. – <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2022-7-88-95>. – EDN ABTKSK.
15. Nordhaus, W. D. Managing the Global Commons: The Economics of Climate Change / W. D. Nordhaus. – Cambridge: MIT Press, 1994. – 224 p. – ISBN 978-0262537469.
16. Pigou A. C. The Economics of Welfare / A. C. Pigou. – London: Macmillan and Co., 1920. – 1022 p. – URL: <https://www.econlib.org/library/NPDBooks/Pigou/pgEW.html>.
17. Пахнин, М. А. Экономика изменения климата: нобелевская премия 2018 г. Уильяма Нордхауса / М. А. Пахнин // Финансы и бизнес. – 2020. – Т. 16, № 1. – С. 5-22. –

<https://doi.org/10.31085/1814-4802-2020-16-1-5-22>. – EDN KZOYSY.

18. Тетельмин, В. В. Количественная оценка глобального потепления / В. В. Тетельмин // Горная промышленность. – 2023. – № 3. – С. 64-70. – <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2023-3-64-70>. – EDN NPPOYY.

19. Тетельмин, В. В. Расчетное подтверждение недостижимости климатических целей Парижского соглашения / В. В. Тетельмин // Экология промышленного производства. – 2024. – № 2(126). – С. 58-63. – DOI 10.52190/2073-2589_2024_2_58. – EDN EJYNWU.

20. Гребенкин, А. В. Теоретические и прикладные аспекты концепции циркулярной экономики / А. В. Гребенкин, Е. О. Вегнер-Козлова // Журнал экономической теории. – 2020. – Т. 17, № 2. – С. 399-411. – <https://doi.org/10.31063/2073-6517/2020.17-2.13>. – EDN EABBTf.

21. Мухина, Д. В. Принципы циркулярной экономики в управлении отходами / Д. В. Мухина, Н. А. Третьяк // Экономика и предпринимательство. – 2023. – № 11(160). – С. 458-462. – <https://doi.org/10.34925/EIP.2023.160.11.087>. – EDN VIKAKC.

22. Бабкин, А. В. Концепция эффективного устойчивого ESG-развития промышленных экосистем в циркулярной экономике / А. В. Бабкин, Е. В. Шкарупета, Т. И. Польщиков // Экономическое возрождение России. – 2023. – № 1(75). – С. 124-139. – <https://doi.org/10.37930/1990-9780-2023-1-75-124-139>. – EDN NUYYXJ.

23. Абсалямова, С. Г. Циркулярная экономика как основа перехода к устойчивому развитию / С. Г. Абсалямова, С. Халилов // Техника и технология транспорта. – 2023. – № 1(28). – EDN PVEBBW.

24. Титова, Н. Ю. Факторы внедрения циркулярной экономики в регионе / Н. Ю. Титова, Т. В. Терентьева // Вестник Академии знаний. – 2023. – № 6(59). – С. 384-387. – EDN WQWINK.

25. Мочалова, Л. А. Идеи циркулярной экономики в реализации промышленных экосистем в России / Л. А. Мочалова, О. С. Еремеева, В. Н. Подкорытов // Journal of New Economy. – 2024. – Т. 25, № 1. – С. 32-37. – <https://doi.org/10.29141/2658-5081-2024-25-1-5>. – EDN TXQLKO.

26. Тырышкин, В. В. Перспективы развития отрасли циркулярной экономики в РФ / В. В. Тырышкин // Социальные и экономические системы. – 2024. – № 2(52). – С. 101-115. – EDN GJTZEI.

27. Паськова, В. В. Государственное управление в области охраны окружающей среды и природопользования / В. В. Паськова // Научно-аналитический журнал Наука и практика Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. – 2022. – Т. 14, № 3(47). – С. 147-151. – EDN ZMGZNL.

28. Попова, Е. В. Практики экологического менеджмента в условиях становления циркулярной экономики в России и их влияние на финансовую результативность компаний / Е. В. Попова, Н. И. Стрих // Управление. – 2021. – Т. 12, № 2. – С. 17-34. – <https://doi.org/10.29141/2218-5003-2021-12-2-2>. – EDN WPYERP.

29. Мирошникова, Т. К. Особенности развития циркулярной экономики в России / Т. К. Мирошникова // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2024. – № 6-2. – С. 340-344. – <https://doi.org/10.17513/vaael.3539>. – EDN DVRSIC.

30. Бирюков, А. П. Переход России к циркулярной экономике: необходимость, возможности, проблемы / А. П. Бирюков, Т. Лян, В. И. Тинякова // Креативная экономика. – 2023. – Т. 17, № 3. – С. 855-868. – <https://doi.org/10.18334/ce.17.3.117432>. – EDN XXRYPI.

31. Несиоловская, Т. Н. Системная трансформация линейной модели экономики в циркулярную: проблемы и перспективы в современных российских реалиях / Т. Н. Несиоловская, А. Е. Уппина // Теоретическая экономика. – 2024. – № 6(114). – С. 105-114. – <https://doi.org/10.52957/2221-3260-2024-6-105-114>. – EDN ARQLEH.

32. Ездина, Н. П. Рециклинг и проблемы развития циркулярной экономики в России / Н. П. Ездина // Экономика и управление инновациями. – 2024. – № 2(29). – С. 90-98. – <https://doi.org/10.26730/2587-5574-2024-2-90-98>. – EDN USMERF.

33. Mochalova, L. A. Circular business models as management innovations in subsoil use / L. A. Mochalova, O. G. Sokolova, O. S. Eremeeva // The Manager. – 2021. – Vol. 12, No. 3. – P. 2-12. – <https://doi.org/10.29141/2218-5003-2021-12-3-1>. – EDN DJIEBU.

References

1. Artamonova M.A., Gogina A.D., Nilova L.A., Khalevina S.N. The impact of the megatrend depletion of natural resources and climate change on the development of the economy and society. *Selfgovernment*, 2023, no. 2(135), pp. 154-160. Available from: <https://elibrary.ru/WVTJTM>.

2. Zhang Yan, Shiboldenkov V. A. "The cost of climate economics" and climate regulation tools. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya (Economics and management: problems, solutions)*, 2024,

vol. 2, no. 6(147), pp. 38-51. Available from: <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2024.06.02.004>. Also available from: <https://elibrary.ru/MVCPVZ>.

3. Sycheva I.N., Engoyan O.Z. Circular economy: contradictions and formats of their resolution. *Economy and Management: Theory and Practice*, 2024, vol. 10, no. 2, pp. 58-63. Available from: <https://elibrary.ru/MYNYWZ>.

4. Titova N.Yu. Implementation of circular economy principles in the activities of major Russian companies. *Fundamental research*, 2023, no. 12, pp. 114-118. Available from: <https://doi.org/10.17513/fr.43544>. Also available from: <https://elibrary.ru/JQCHWC>.

5. Smil V. *Energy Transitions. History, Requirements, Prospects*. Praeger, 2010, 192 p.

6. Medvedeva O.E., Pavlov A.N., Tulupov A.S. Sustainable development, «green» transformation and climate agenda: relationships, approaches, institutional tools. *Market economy problems*, 2023, no. 3, pp. 101-116. Available from: <https://doi.org/10.33051/2500-2325-2023-3-101-116>. Also available from: <https://elibrary.ru/JNWXJJ>.

7. Suraykin K.I. The economics of climate change. *International Journal of Applied Sciences and Technology Integral*, 2021, no. 2-2. Available from: <https://elibrary.ru/IWAWYP>.

8. Desmet K., Rossi-Hansberg E. Climate change economics over time and space. *Problems of the environment and natural resources*, 2024, no. 10, pp. 101-143. Available from: <https://elibrary.ru/WPXDHQ>.

9. Salnikova E.B., Mamistova E.A., Kotova K.R. Analysis of the effects of climate change on structural shifts in the global economy. *Journal of Economy and Entrepreneurship*, 2024, no. 6(167), pp. 49-52. Available from: <https://doi.org/10.34925/EIP.2024.167.6.006>. Also available from: <https://elibrary.ru/AZQOQZ>.

10. Gazman V. Economic Assessment of CO2 Emissions in the Environmental Section of ESG. *HSE Economic Journal*, 2022, vol. 26, no. 4, pp. 579-597. Available from: <https://doi.org/10.17323/1813-8691-2022-26-4-579-597>. Also available from: <https://elibrary.ru/GQSYNI>.

11. Budyko M.I., Efimova N.A., Strokina L.A. Empirical estimates of climate change by the late 20th century. *Russian Meteorology and Hydrology*, 1999, no. 12, pp. 1-7. Available from: <https://elibrary.ru/LRNYFT>.

12. Titova N.Yu., Terentyeva T.V. Carbon circular economy as a tool for managing carbon dioxide emissions of Russian oil and gas companies. *The Territory of New Opportunities. The Herald of Vladivostok State University*, 2024, vol. 16, no. 3(71), pp. 66-79. Available from: <https://elibrary.ru/SCPOEM>.

25. Chetkina E.A., Bocharova A.A. Formation of the concept of a circular economy as a tool for achieving sustainable development goals. *Economics: Yesterday, Today and Tomorrow*, 2024, vol. 14, no. 5A, pp. 26-36. Available from: <http://publishing-vak.ru/file/archive-economy-2024-5/a3-chetkina-bocharova.pdf>. Also available from: <https://elibrary.ru/EMNWWL>.

14. Tsygalov Yu.M., Strizhov S.A. ESG-transformation Policies and Procedures for Russian Companies. *Administrative consulting*, 2022, no. 7(163), pp. 88-95. Available from: <https://doi.org/10.22394/1726-1139-2022-7-88-95>. Also available from: <https://elibrary.ru/ABTKSK>.

15. Nordhaus W.D. *Managing the Global Commons: The Economics of Climate Change*. MIT Press, 1994, 224 p.

16. Pigou A.C. *The Economics of Welfare*. Macmillan and Co., London, 1920, 1022 p. Available from: <https://www.econlib.org/library/NPDBooks/Pigou/pgEW.html>.

17. Pakhnin M.A. The economics of climate change: William Nordhaus' Nobel prize 2018// *Finance and Business*, 2020, vol. 16, no. 1, pp. 5-22. Available from: <https://doi.org/10.31085/1814-4802-2020-16-1-5-22>. Also available from: <https://elibrary.ru/KZOYSY>.

18. Tetelmin V.V. Quantitative estimation of global warming. *Russian Mining Industry*, 2023, no. 3, pp. 64-70. Available from: <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2023-3-64-70>. Also available from: <https://elibrary.ru/NPPOYY>.

19. Tetelmin V.V. Calculated confirmation of unattainability of the Paris agreement. *Industrial ecology*, 2024, no. 2, pp. 58-63. Available from: https://doi.org/10.52190/2073-2589_2024_2_58. Also available from: <https://elibrary.ru/EJYNWU>.

20. Grebenkin A.V., Vegner-Kozlova E.O. Theoretical and applied aspects of the concept of circular economy. *Russian Journal of Economic Theory*, 2020, vol. 17, no. 2, pp. 399-411. Available from: <https://doi.org/10.31063/2073-6517/2020.17-2.13>. Also available from: <https://elibrary.ru/EABBTf>.

21. Mukhina D.V., Tretyak N.A. Circular economy principles in waste management. *Journal of Economy and Entrepreneurship*, 2023, vol. 17, no. 11, pp. 458-462. Available from: <https://doi.org/10.34925/EIP.2023.160.11.087>. Also available from: <https://elibrary.ru/VIKAKC>.

22. Babkin A.V., Shkarupeta E.V., Polshchikov T.I. The concept of effective sustainable ESG-development of industrial ecosystems in a circular economy. *Economic Revival of Russia*, 2023, no. 1(75), pp. 124-139. Available from: <https://doi.org/10.37930/1990-9780-2023-1-75-124-139>. Also available from: <https://elibrary.ru/NUYXXJ>.

23. Absalyamova S.G., Xalilov S. Circular economy as a basis for the transition to sustainable development. *Technique and technology of transport*, 2023, no. 1(28). Available from: <https://elibrary.ru/PBEBBW>.

24. Titova N.Yu., Terentyeva T.V. Factors of circular economy implementation in the region. *Bulletin of the Academy of Knowledge*, 2023, no. 6(59), pp. 384-387. Available from: <https://elibrary.ru/WQWIHK>.

25. Mochalova L.A., Ereemeeva O.S., Podkorytov V.N. Circular economy ideas in the practice of industrial ecosystems in Russia. *Journal of New Economy*, 2024, vol. 25, no. 1, pp. 87-109. Available from: <https://doi.org/10.29141/2658-5081-2024-25-1-5>. Also available from: <https://elibrary.ru/TXQLKO>.

26. Tyryshkin V.V. Development prospects for the circular economy in the Russian Federation. *Social and economic systems*, 2024, no. 2(52), pp. 101-115. Available from: <https://elibrary.ru/GJTZEI>.

27. Paskova V.V. State administration in the field of environmental protection and nature management. *Science and Practice of the Plekhanov Russian University of Economics*, 2022, vol. 14, no. 3(47), pp. 147-151. Available from: <https://elibrary.ru/ZMGZNL>.

28. Popova E.V., Strikh N.I. Environmental management practices for the circular economy development in Russia and their impact on the financial performance of companies. *Upravlenets – The Manager*, 2021, vol. 12, no. 2, pp. 17-34. Available from: <https://doi.org/10.29141/2218-5003-2021-12-2-2>. Also available from: <https://elibrary.ru/WPYERP>.

29. Miroshnikova T.K. The specifics of circular economy development in Russia. *Journal of Altai academy of economics and law*, 2024, no. 6-2, pp. 340-344. Available from: <https://doi.org/10.17513/vaael.3539>. Also available from: <https://elibrary.ru/DVRSIC>.

30. Biryukov A.P., Liang Ting, Tinyakova V.I. Russia's transition to a circular economy: necessity, opportunities and challenges. *Creative Economy*, 2023, vol. 17, no. 3, pp. 855-868. Available from: <https://doi.org/10.18334/ce.17.3.117432>. Also available from: <https://elibrary.ru/XXRYPI>.

31. Nesiolovskaya T.N., Uppina A.E. Systemic transformation of the linear model of the economy into a circular one: problems and prospects in modern russian realities. *Theoretical economy*, 2024, no. 6(114), pp. 105-114. Available from: <https://doi.org/10.52957/2221-3260-2024-6-105-114>. Also available from: <https://elibrary.ru/ARQLEH>.

32. Ezdina N.P. Recycling and problems of development of circular economy in Russia. *Economics and Innovation Management*, 2024, no. 2(29), pp. 90-98. Available from: <https://doi.org/10.26730/2587-5574-2024-2-90-98>. Also available from: <https://elibrary.ru/USMERF>.

33. Mochalova L.A., Sokolova O.G., Ereemeeva O.S. Circular business models as management innovations in subsoil use. *Upravlenets – The Manager*, 2021, vol. 12, no. 3, pp. 2-12. Available from: <https://doi.org/10.29141/2218-5003-2021-12-3-1>.

Статья поступила в редакцию / Received: 08.11.2024

Принята к публикации / Accepted: 06.12.2024

Подписано в печать / Passed for printing: 11.04.2025

Дата выхода в свет / Date of publication: 21.04.2025