

ПРОМЫШЛЕННЫЙ СИМБИОЗ И ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОИНДУСТРИАЛЬНЫХ ПАРКОВ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ РЕСУРСНЫХ РЕГИОНОВ

**Щербаков Денис Витальевич, аспирант Кафедры конституционного и
муниципального права, Российский университет дружбы народов, Москва,
Россия
shcherbakov.denis@gmail.com**

Аннотация

Формирование устойчивых траекторий развития регионов, чья экономика исторически базируется на добыче и первичной переработке природных ресурсов, представляет собой одну из наиболее сложных задач современной региональной политики. Для таких территорий характерна модель линейной экономики, основанная на принципе «добыть-произвести-выбросить». Эта модель порождает комплекс взаимосвязанных проблем: высокую нагрузку на окружающую среду, зависимость от конъюнктуры мировых сырьевых рынков, накопление значительных объемов промышленных отходов и часто низкий уровень диверсификации экономики. Цель исследования заключается в разработке инструментов региональной политики для стимулирования проектов промышленного симбиоза. Основные результаты исследования: рассмотрены теоретические основы промышленного симбиоза и циркулярной экономики в контексте развития угледобывающих регионов; проведен пространственный анализ потенциала для создания симбиозных цепочек; систематизированы институциональные, технологические и экономические барьеры внедрения моделей промышленного симбиоза в Кемеровской области; указаны примеры мирового опыта реиндустриализации угольных бассейнов через создание экоиндустриальных парков; обозначены результаты разработки инструментов региональной политики Кемеровской области для стимулирования проектов промышленного симбиоза (территориальные кластеры, зелёные

государственные закупки, инфраструктурная поддержка). Выводы: успешная реализация предложенных в рамках исследования мер позволит не только решить актуальные экологические проблемы территории, но и заложить основы для диверсификации экономики, создания новых производств и перехода к более устойчивой модели развития, соответствующей принципам циркулярной экономики.

Ключевые слова: промышленный симбиоз; формирование экоиндустриальных парков; повышение устойчивости ресурсных регионов; создание симбиозных цепочек; пространственный анализ; разработка инструментов региональной политики; угольные бассейны

Статья поступила в редакцию 21.06.2025, одобрена после рецензирования 19.08.2025, принята к публикации 03.11.2025.

Original article

INDUSTRIAL SYMBIOSIS AND THE FORMATION OF ECO-INDUSTRIAL PARKS AS A TOOL FOR INCREASING THE SUSTAINABILITY OF RESOURCE REGIONS

Shcherbakov Denis Vitalievich, Postgraduate Student of the Department of Constitutional and Municipal Law, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

Abstract

Creating sustainable development trajectories for regions whose economies have historically been based on the extraction and primary processing of natural resources is one of the most challenging tasks of modern regional policy. Such territories are characterized by a linear economic model based on the "extract-produce-dispose" principle. This model gives rise to a set of interconnected problems: high environmental impact, dependence on global commodity markets, accumulation of significant volumes of industrial waste, and often a low level of economic

diversification. The objective of the study is to develop regional policy instruments to stimulate industrial symbiosis projects. Key findings: the study examines the theoretical foundations of industrial symbiosis and the circular economy in the context of the development of coal mining regions; conducts a spatial analysis of the potential for creating symbiotic chains; systematizes institutional, technological, and economic barriers to the implementation of industrial symbiosis models in the Kemerovo Region; provides examples of global experience in the reindustrialization of coal basins through the creation of eco-industrial parks. The results of the development of regional policy instruments for the Kemerovo Region to stimulate industrial symbiosis projects (regional clusters, green public procurement, infrastructure support) are outlined. Conclusions: successful implementation of the measures proposed in the study will not only solve the region's pressing environmental problems but also lay the foundation for economic diversification, the creation of new industries, and the transition to a more sustainable development model consistent with the principles of a circular economy. **Keywords:** industrial symbiosis; development of eco-industrial parks; increasing the sustainability of resource regions; creation of symbiotic chains; spatial analysis; development of regional policy instruments; coal basins

The article was received by the editorial office on 06/21/2025, approved after review on 08/19/2025, accepted for publication on 11/03/2025.

Введение. Концепция промышленного симбиоза предлагает принципиально иную парадигму производственной организации, основанную на принципах циркулярной (замкнутой) экономики. Ее суть заключается в установлении кооперационных связей между географически близкими предприятиями различных отраслей, при которой отходы или побочные продукты одного производства становятся сырьем или энергетическим ресурсом для другого [1]. Таким образом, формируется сеть взаимовыгодного материального и энергетического обмена, имитирующая природные

экосистемы. Практической формой реализации этой концепции выступают экоиндустриальные парки – специально спланированные и управляемые промышленные зоны, где компании взаимодействуют для минимизации экологического воздействия и повышения совокупной экономической эффективности за счет синергии.

Актуальность применения данных подходов в ресурсных регионах обусловлена их потенциалом для решения системных проблем. Промышленный симбиоз позволяет трансформировать экологические издержки монопрофильных территорий в источник дополнительной экономической стоимости, создавая новые производства по переработке отходов базовых отраслей. Это способствует диверсификации экономики, созданию новых рабочих мест, снижению себестоимости основной продукции за счет утилизации второстепенных потоков и уменьшению платежей за негативное воздействие на окружающую среду. Экоиндустриальный парк выступает при этом как платформа для целенаправленного формирования симбиотических связей, привлечения совместимых «замыкающих» производств и управления общими ресурсами [2].

Таким образом, исследование возможностей промышленного симбиоза и экоиндустриальных парков как инструментария для повышения устойчивости ресурсных регионов находится на стыке экологической экономики, промышленной политики и регионоведения. Научно-практическая задача заключается в оценке потенциального экологического и экономического эффекта, а также в анализе институциональных, технологических и управленческих условий, необходимых для инициирования и поддержания симбиотических взаимодействий между предприятиями в специфическом контексте сырьевых территорий. Практическая значимость работы связана с разработкой конкретных механизмов и моделей, которые могут быть интегрированы в стратегии реиндустриализации и экологической модернизации регионов, стремящихся преодолеть ресурсную зависимость и перейти к более

устойчивой и диверсифицированной модели развития.

Обзор источников литературы. Теоретическое осмысление перехода от линейной к циркулярной экономической модели и ее региональных проявлений в виде промышленного симбиоза сформировалось как междисциплинарное исследование, охватывающее экологическую экономику, индустриальную экологию и экономическую географию. В контексте угледобывающих регионов, по мнению Л.А. Гамидуллаевой, эти концепции приобретают особую значимость, предлагая теоретическую основу для преодоления системных дисбалансов, присущих моноресурсной, линейной модели развития [3].

Циркулярная экономика как макроэкономическая парадигма противопоставляется традиционной линейной модели. Ее основополагающий принцип заключается в проектировании и поддержании замкнутых циклов обращения материалов и энергии, где ценность продуктов, материалов и ресурсов сохраняется в экономической системе весьма длительное время, а образование отходов минимизируется. Теоретики (Т.Н. Тополева, И.Ю. Блам, С.Ю. Ковалев) обосновывают циркулярность не только экологической необходимостью, но и фактором экономической устойчивости и конкурентоспособности, снижающим зависимость от истощаемых первичных ресурсов и волатильности сырьевых рынков [4], [5]. Для угледобывающего региона это означает переход от восприятия угля как единственного целевого продукта к комплексному видению ресурсного пласта как источника множества материальных потоков (уголь, метан, сопутствующие породы, шахтные воды), каждый из которых должен найти полезное применение.

Промышленный симбиоз выступает операциональной мезо- и микроуровневой реализацией принципов циркулярной экономики в рамках конкретной территории. Согласно классическому определению промышленный симбиоз представляет собой целенаправленное сотрудничество географически близких независимых предприятий различных отраслей для совместного

использования ресурсов (материалов, энергии, воды, инфраструктуры, знаний), способствующее повышению конкурентоспособности и снижению экологической нагрузки. Теоретическая база симбиоза опирается на концепцию индустриальной экологии, рассматривающую промышленную систему по аналогии с природной экосистемой, где потоки веществ и энергии организованы по принципу пищевых цепей, а отходы одного организма являются ресурсом для другого [6], [7].

Приложение этих теорий к угледобывающим регионам раскрывает их трансформационный потенциал. Угольная промышленность генерирует масштабные потоки низкосортного угля, породы (вскрышные и вмещающие), шахтного метана, углехимических продуктов, теплоэнергии шахтных вод и золошлаковых отходов ТЭЦ. В линейной модели эти потоки рассматриваются как отходы, требующие затрат на захоронение или нейтрализацию. Теория промышленного симбиоза предлагает концептуальную основу для их перехода в потенциальные вторичные материальные ресурсы для смежных отраслей: строительной индустрии (производство строительных материалов из породы и золы), сельского хозяйства (рекультиванты), химической промышленности (полукокс, элементы-примеси), энергетики (утилизация шахтного метана, использование низкосортного угля и отходов обогащения).

Для наглядности сопоставления двух парадигм организации промышленной системы угольного региона ниже представлена сравнительная таблица 1.

Переход к циркулярной модели через промышленный симбиоз предполагает трансформацию бизнес-модели и пространственной организации региона. Это переориентация на логику ресурсной эффективности и создания стоимости на всех этапах жизненного цикла извлекаемых материалов.

Таблица 1 - Сравнительный анализ линейной и циркулярной моделей в угледобывающем регионе

Критерий сравнительного анализа	Линейная (традиционная) модель	Циркулярная модель на основе промышленного симбиоза
Целевая установка	Максимизация объемов добычи и продажи угля как конечного товара	Оптимизация совокупной стоимости, извлекаемой из всего ресурсного потенциала угольного пласта и сопутствующих потоков
Восприятие побочных потоков	Отходы, источник издержек и экологических рисков (шламохранилища, породные отвалы, выбросы метана)	Сырье для смежных производств, источник дополнительной выручки и конкурентного преимущества
Структура экономики	Моноотраслевая, зависимая от конъюнктуры угольного рынка, высокая уязвимость	Диверсифицированная, кластерная, включает энергетику, нефтехимический комплекс, строительные материалы, рекультивацию земель, более устойчива
Технологическая парадигма	Очистка и захоронение отходов по окончании производственного цикла	Технологии добычи и обогащения изначально ориентированы на сепарацию и кондиционирование побочных потоков для дальнейшего использования

Взаимодействие предприятий	Минимальное, вертикально интегрированное в рамках угольной компании	Интенсивное горизонтальное сетевое взаимодействие между предприятиями разных отраслей для обмена ресурсами
Роль территории	Источник сырья, площадка для размещения отходов, деградация земель	Экоиндустриальный парк как платформа для кооперации, синергии и создания добавленной стоимости, объект рекультивации и восстановления территории

Теоретическая и методологическая база исследования. Исследование потенциала и барьеров внедрения промышленного симбиоза в угледобывающем регионе опирается на теоретическую основу циркулярной экономики и индустриальной экологии. Ключевым объектом анализа выступает региональная производственная система, рассматриваемая как потенциальная экосистема, где материальные и энергетические потоки могут быть реконфигурированы по принципу замкнутых циклов. Методологическая основа работы носит междисциплинарный характер и включает методы пространственного и потокового анализа, институционального анализа, а также кейс-стади.

Для оценки потенциала симбиозных цепочек применялся метод материально-энергетического анализа (MEFA), направленный на количественную и качественную оценку основных потоков сырья, побочных продуктов и отходов между крупнейшими промышленными предприятиями региона. Информационной базой послужили данные корпоративной отчетности, государственной статистической отчетности по форме 2-ТП (отходы), а также отраслевые технико-экономические обзоры. Выявление барьеров осуществлялось с помощью институционального анализа нормативно-правовой

базы и интервью с 18 представителями промышленных предприятий и органов региональной власти. Для разработки инструментов политики был применен метод сравнительных аналогий на основе изучения успешных кейсов реиндустриализации угольных бассейнов в Германии (Рурская область), Великобритании (Йоркшир) и Китае (Тайюань).

Результаты исследования и их обсуждение. Пространственный анализ потенциала для создания симбиозных цепочек в Кемеровской области выявил наличие значительных неутраченных материальных и энергетических потоков, генерируемых угледобывающими, металлургическими и энергетическими предприятиями, географическая концентрация которых создает предпосылки для организации симбиоза. Ключевыми потенциальными потоками для включения в симбиозные цепочки являются вскрышные и вмещающие породы угледобычи, шахтный метан, золошлаковые материалы (ЗШМ) от угольных ТЭЦ и котельных, доменные шлаки и коксовый газ металлургических комбинатов, а также низкопотенциальная сбросная теплоэнергия. Пространственная близость угольных разрезов, ТЭЦ, цементных заводов и предприятий строительной индустрии в рамках индустриальных узлов (г. Кемерово, г. Новокузнецк, г. Белово) формирует естественную физическую основу для создания экоиндустриальных парков (рисунок 1).

Рисунок 1 иллюстрирует оптимальную модель, где отходы и побочные продукты основных производств становятся сырьем для смежных отраслей. Например, доменный шлак и золошлаки могут замещать природные компоненты в производстве строительных материалов, а коксовый газ — использоваться для генерации энергии. Реализация таких связей позволяет трансформировать линейные цепочки в сетевую структуру с множественными точками создания добавленной стоимости.

Несмотря на имеющийся потенциал, его реализация в Кемеровской области сталкивается с комплексом взаимосвязанных барьеров (таблица 2).

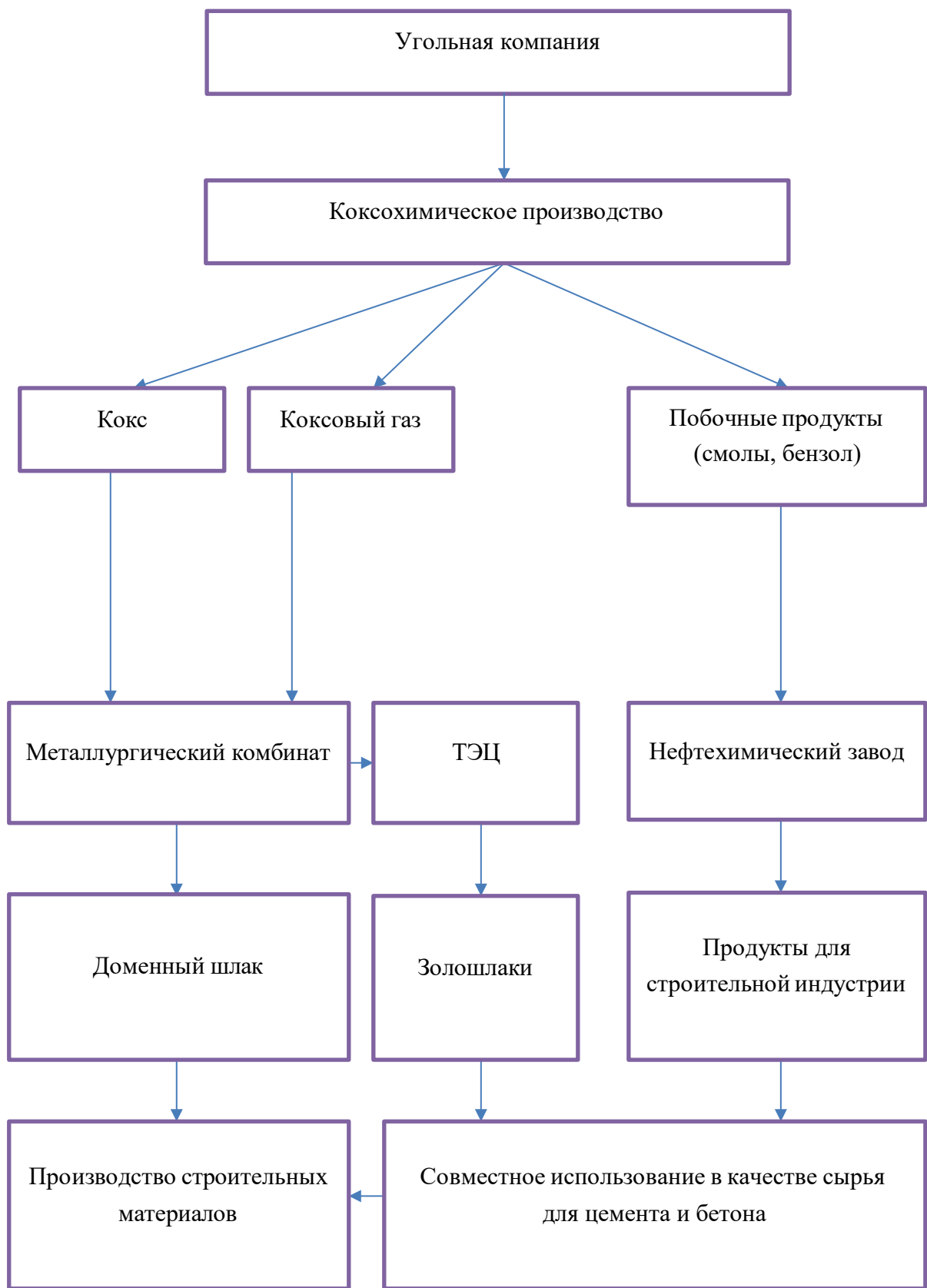


Рисунок 1 - Потенциальные симбиозные связи в промышленном узле г. Новокузнецк

Таблица 2 - Классификация ключевых барьеров внедрения
промышленного симбиоза в Кемеровской области

Категория барьеров	Конкретные проявления	Последствия
Институциональные и нормативные	Недостаток стимулирующих норм для использования вторичных ресурсов, строгие требования к лицензированию деятельности с отходами, низкий статус побочных продуктов в технических регламентах	Высокие транзакционные издержки на оформление симбиозных сделок, правовые риски при передаче отходов, отсутствие ясности в вопросах собственности на побочные продукты
Технологические и инфраструктурные	Несовпадение параметров побочных потоков (гранулометрия, состав) с требованиями потенциальных потребителей, отсутствие инфраструктуры для сбора, обработки и транспортировки вторичных материалов	Необходимость дополнительных капитальных вложений в подготовку сырья, географическая и технологическая разобщенность предприятий
Экономические и рыночные	Низкая цена на первичное природное сырье (например, щебень) делает вторичные материалы неконкурентоспособными, отсутствие долгосрочных	Неопределенность экономической выгоды для участников, преобладание краткосрочной

	<p>гарантий объема и качества поставок побочных потоков, высокие первоначальные инвестиции в переоборудование</p>	<p>экономической логики над долгосрочными выгодами синергии, слабое развитие рынка вторичных ресурсов</p>
<p>Информационные и организационные</p>	<p>Дефицит доверия и кооперационной культуры между предприятиями, отсутствие платформы для обмена информацией о потоках и потребностях, непонимание менеджментом принципов и выгод симбиоза</p>	<p>Сложность идентификации потенциальных партнеров, сопротивление изменениям и нежелание раскрывать данные о производственных процессах</p>

Анализ зарубежных кейсов (Рур, Германия; Йоркшир, Великобритания) демонстрирует, что успешная трансформация опиралась на три аспекта:

1) активную координирующую роль государства в лице специализированных агентств развития, которые выступали инициаторами диалога и предоставляли первоначальное финансирование;

2) создание территориальных кластеров и экоиндустриальных парков на базе рекультивированных промышленных площадок, где новым «зеленым» предприятиям предоставлялись льготы и готовая инфраструктура;

3) инвестиции в исследовательские центры и образование для подготовки кадров и разработки технологий переработки отходов.

В Китае (Тайюань) ключевую роль сыграла интеграция симбиозных

проектов в общегосударственные пятилетние планы с жесткими целевыми показателями по утилизации отходов.

Для преодоления выявленных барьеров необходима целенаправленная политика, сочетающая мягкие координационные и жесткие экономические инструменты:

1. Создание и поддержка территориальных производственно-экологических кластеров. Органы региональной власти могут выступить инициатором формирования кластера, объединяющего предприятия-генераторы отходов, их потенциальных потребителей, научные организации и инфраструктурные компании. Ключевая задача — предоставление платформы для коммуникаций, обмена информацией и разработки совместных проектов.

2. Установление обязательной или стимулирующей доли использования строительных материалов (бетон, цемент, дорожное покрытие), произведенных с применением вторичных ресурсов (ЗШМ, отходы металлургии), создаст гарантированный спрос и сделает симбиозные проекты коммерчески привлекательными.

3. Оказание целевой инфраструктурной поддержки, что может включать софинансирование со стороны региона создания ключевых объектов общей инфраструктуры экоиндустриального парка: установок по предварительной обработке и гомогенизации отходов, трубопроводов для передачи сбросного тепла или газов, логистических центров. Данная мера непосредственно снижает капитальные затраты участников.

4. Необходимо разработать и утвердить на региональном уровне методики признания определенных производственных остатков побочными продуктами. Одновременно с этим следует создать и поддерживать открытую геоинформационную систему (ГИС) потоков вторичных ресурсов, где предприятия могли бы размещать данные о предлагаемых и требуемых материалах.

Выводы. Проведенное исследование подтверждает наличие в

Кемеровской области значительного нереализованного потенциала для формирования промышленного симбиоза на основе потоков отходов и побочных продуктов угледобывающего и металлургического комплексов. Пространственная концентрация предприятий-генераторов и потенциальных потребителей создает объективные предпосылки для организации экоиндустриальных парков.

Однако реализация этого потенциала обусловлена комплексом барьеров, среди которых доминируют институциональные и экономические ограничения: несовершенство нормативно-правовой базы, низкая конкурентоспособность вторичных материалов на рынке, отсутствие кооперационной культуры и доверия между предприятиями.

Мировой опыт показывает, что преодоление этих барьеров не представляется возможным без активной и последовательной роли органов региональной власти, выступающих в качестве координатора, катализатора и первоначального инвестора. Наиболее действенными инструментами политики для Кемеровской области представляются: формирование специализированных территориальных кластеров, внедрение «зеленых» государственных закупок, целевая инфраструктурная поддержка и создание цифровой платформы для обмена информацией о ресурсных потоках. Успешная реализация таких мер позволит не только решить значимые экологические проблемы, но и заложить основы для диверсификации экономики, создания новых производств и перехода к более устойчивой модели развития, соответствующей принципам циркулярной экономики.

Список литературы

1. Миронова Д. Ю., Тимахович И. В., Помазкова Е. Е., Жаркова Ю. В. Концепция промышленного симбиоза: опыт применения в различных странах и перспективы реализации в России на примере Псковской области // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». – 2022.

– №. 2. – С. 129-141.

2. Чернова О. А. Оценка регионального потенциала промышленного симбиоза // *Journal of new economy*. – 2024. – Т. 25. – №. 3. – С. 90-111.

3. Гамидуллаева Л. А. Промышленный кластер региона как локализованная экосистема: роль факторов самоорганизации и коллаборации // *π-Economy*. – 2023. – Т. 16. – №. 1. – С. 62-82.

4. Тополева Т. Н. Промышленная политика индустриального региона: аспекты экосистемного развития // *Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова*. – 2024. – Т. 21. – №. 5. – С. 45-62.

5. Блам И. Ю., Ковалев С. Ю. Промышленный симбиоз как инструмент декарбонизации // *Всероссийский экономический журнал ЭКО*. – 2022. – №. 7 (577). – С. 67-79.

6. Николаева Л. А., Марьев В. А. Экотехнопарки на принципах коммунально-промышленного симбиоза в регионах как механизм решения задач национального проекта «Экологическое благополучие // *Управление техносферой*. – 2025. – Т. 8. – №. 2. – С. 156-171.

7. Белых А. Л. Модели формирования промышленного симбиоза // *Управление*. – 2023. – Т. 11. – №. 1. – С. 51-63.

8. Чернышова Д. Промышленный симбиоз как инструмент межотраслевого взаимодействия // *Экономический вестник ИПУ РАН*. – 2022. – Т. 3. – №. 1. – С. 57-63.

9. Ценина Е. В., Репникова В. М. Промышленный симбиоз как стратегия устойчивого развития: интеллектуальные технологии и лучшие мировые практики // *Экономика, предпринимательство и право*. – 2025. – Т. 15. – №. 2. – С. 911-934.

10. Фокина И. И., Герцик Ю. Г. Изучение опыта создания бизнес-моделей интегрированных производственно-корпоративных структур на основе промышленного симбиоза // *Лидерство и менеджмент*. – 2025. – Т. 12. – №. 1. – С. 37-60.

References

1. Mironova D. Yu., Timakhovich I. V., Pomazkova E. E., Zharkova Yu. V. The concept of industrial symbiosis: experience of application in various countries and prospects of implementation in Russia on the example of the Pskov region // Scientific journal of NRU ITMO. Series "Economics and environmental management". - 2022. - No. 2. - P. 129-141.
2. Chernova O. A. Assessment of regional potential of industrial symbiosis // Journal of new economy. - 2024. - Vol. 25. - No. 3. - P. 90-111.
3. Gamidullaeva L. A. Industrial cluster of a region as a localized ecosystem: the role of self-organization and collaboration factors // π -Economy. - 2023. - Vol. 16. - No. 1. – P. 62-82.
4. Topolieva T. N. Industrial policy of an industrial region: aspects of ecosystem development // Bulletin of the Plekhanov Russian University of Economics. – 2024. – Vol. 21. – No. 5. – P. 45-62.
5. Blam I. Yu., Kovalev S. Yu. Industrial symbiosis as a tool for decarbonization // All-Russian Economic Journal ECO. – 2022. – No. 7 (577). – P. 67-79.
6. Nikolaeva L. A., Maryev V. A. Eco-technoparks based on the principles of communal-industrial symbiosis in the regions as a mechanism for solving the problems of the national project "Environmental well-being" // Management of the technosphere. – 2025. – Vol. 8. – No. 2. – P. 156-171.
7. Belykh A. L. Models of Industrial Symbiosis Formation // Management. – 2023. – Vol. 11. – No. 1. – P. 51-63.
8. Chernyshova D. Industrial Symbiosis as a Tool for Intersectoral Interaction // Economic Bulletin of the Institute of Control Sciences of the Russian Academy of Sciences. – 2022. – Vol. 3. – No. 1. – P. 57-63.
9. Tsenina E. V., Repnikova V. M. Industrial Symbiosis as a Sustainable Development Strategy: Intelligent Technologies and Best World Practices // Economy, Entrepreneurship and Law. – 2025. – Vol. 15. – No. 2. – P. 911-934.
10. Fokina I. I., Gertsik Yu. G. Studying the experience of creating business models of

integrated production and corporate structures based on industrial symbiosis
// Leadership and Management. - 2025. - Vol. 12. - No. 1. - P. 37-60.