

УДК 332.146.2; 338.2

© Гун Цзюньяо, аспирант

© Д. Ю. Миронова, канд. экон. наук, доцент  
(Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия)  
E-mail: gongjunyao@gmail.com, mironova@itmo.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2024-21-2-156-165

© Gong Junyao, post-graduate student

© D. Yu. Mironova, PhD in Sci. Ec., Associate Professor  
(ITMO University, St. Petersburg, Russia)  
E-mail: gongjunyao@gmail.com, mironova@itmo.ru

## ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО СИМБИОЗА КАК ФАКТОРА ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ГОСУДАРСТВА: ОПЫТ КИТАЙСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

### STUDYING THE FEATURES OF THE IMPLEMENTATION OF THE CONCEPT OF INDUSTRIAL SYMBIOSIS AS A FACTOR IN THE INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE STATE: THE EXPERIENCE OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

Статья посвящена исследованию реализации концепции промышленного симбиоза в условиях перехода к циркулярной экономике в Китайской Народной Республике. Цель статьи заключается в определении роли высших учебных заведений в формировании промышленных симбиозов и выявлении лучших практик реализации данной концепции. В ходе исследования доказано, что для стимулирования внедрения актуальных технологий вторичного использования ресурсов необходимы современные разработки, что становится возможным при сотрудничестве с высшими учебными заведениями. Именно партнерство между вузами и высокотехнологичными предприятиями (в частности, в области коммерциализации вузовских разработок) является драйвером инновационного развития современных экономик и служит основой для перехода к циркулярной экономике. Выявлено, что сегодня внедрение инновационных разработок в промышленный сектор осуществляется не в полной мере, и без грамотной государственной политики в области индустриального симбиоза, содействия кооперации вузов и бизнеса переход к экономике замкнутого цикла осуществить не представляется возможным.

*Ключевые слова:* коммерциализация вузовских разработок, циркулярная экономика, Китай, промышленный симбиоз.

The article is devoted to the study of the implementation of the concept of industrial symbiosis in the conditions of transition to circular economy in the People's Republic of China. The purpose of the article is to determine the role of higher education institutions in the formation of industrial symbioses and to identify the best practices in the implementation of this concept. The study proves that in order to stimulate the implementation of current technologies for recycling resources, modern developments are necessary, which becomes possible in cooperation with higher educational institutions. It is the partnership between universities and high-tech enterprises (in particular, in the field of commercialization of university developments) that is the driver of innovative development of modern economies and serves as a basis for the transition to a circular economy. It is revealed that today the introduction of innovative developments in the industrial sector is not fully implemented, and without a competent state policy in the field of industrial symbiosis, promotion of cooperation between universities and business, the transition to a circular economy is not possible.

*Keywords:* commercialization of university developments, circular economy, China, industrial symbiosis.

#### Введение

На сегодняшний день во многих странах мира, включая Китайскую Народную Республику, стоит задача формирования и реализации государственной политики с учетом стимулирования построения эконо-

номики замкнутого цикла (циклической или циркулярной экономики) [1]. Циркулярная экономика уже становится общемировой практикой, и доказательством этого стало формирование международной Платформы для ускорения ее развития (Platform for



Accelerating the Circular Economy (PACE)) в 2018 году [2]. Под циркулярной экономикой будем понимать такое явление, при котором производство и потребление происходят по замкнутому циклу, и при этом выполняется три следующих условия:

- 1) происходит максимальное использование ресурсов;
- 2) не происходит накопления отходов;
- 3) отсутствует негативное влияние на природу.

Данная модель строится по «принципу трех R» — уменьшение (reduce), повторное использование (reuse) и переработка (recycle) [3].

Одним из ключевых инструментов циркулярной экономики выступает промышленный симбиоз, предполагающий обмен ресурсами, которые, с одной стороны, являются отходами одного предприятия, а с другой стороны, востребованными производственными ресурсами в рамках бизнес-модели другого предприятия (других предприятий). Данная концепция является новой бизнес-парадигмой развития промышленности в условиях масштабной цифровизации и информатизации [4, с. 127] и уже получила распространение в странах Западной Европы, Азии, США и крайне ограничено — в России [5, С. 350]. Интересным для исследования является опыт Китая, где не только эффективно реализуются государственные меры по переходу к циркулярной экономике, но и на базе концепции промышленного симбиоза возводятся технологичные парки, зачастую представляющие целые экономические районы. Успешный опыт КНР может быть эффективно применен в других странах, что в целом позитивно отразится на показателях устойчивого развития экономики мира в целом.

#### **Материалы и методы**

На сегодняшний день наблюдается рост интереса исследователей к циркулярной экономике и к инструментам ее реализации как

со стороны научного сообщества, так и со стороны бизнес-среды и государственных институтов. В качестве базовых исследований в данной области следует отметить работы следующих авторов: Amato A., Childress L., Hong H., Huang B., Hungaro A. E., Lyu Y., Oliveira M., Perrucci D. V., Piatkowski M., Velenturf A. P. M., Yu X., Zhao K., Преображенского Б. Г., Гришко Н. В. и др. Авторами статьи проведен обзор научной литературы, материалов периодической печати по исследуемой проблематике, в результате чего выявлено, что в настоящее время промышленный симбиоз становится новым вектором развития циркулярной экономики. В большинстве работ отмечается важность формирования различных технопарков и центров, которые являются инструментами инновационного развития, однако возможности, которые могут предоставляться высшими учебными заведениями, недооценены.

#### **Результаты**

Исследование публикационной активности в области индустриального симбиоза свидетельствует о том, что экономика замкнутого цикла — одно из наиболее приоритетных направлений развития современных экономик, способствующих реализации «Целей устойчивого развития» [5, с. 350]. Несмотря на важность перехода стран к экономике замкнутого цикла, ее распространению и эффективному применению препятствует ряд факторов, среди которых ключевым параметром выступает особая роль человеческого капитала в реализации инновационных проектов. Исследователи [6] отмечают, что «именно сотрудники и специалисты организации — главные генераторы инноваций». Также значимыми источниками внедрения инноваций, по мнению ученых, являются бизнес-партнеры, покупатели и консультанты [6, с. 54]. Отсутствие учета данных факторов приводит к бессистемности инновационного развития, появлению рисков, связанных с внедрением инноваций,



что в целом приводит к приобретению готовых продуктов и низкой востребованности проектного менеджмента на самих предприятиях [5, с. 350].

Необходимо отметить, что существует несколько примеров промышленного симбиоза, когда побочные продукты одной отрасли являются необходимыми ресурсами для другой (географическая структура успешных практик представлена в табл. 1) [7, 8].

Одним из лучших примеров использования промышленного симбиоза стала программа NISP (National Industrial Symbiosis Programme) британской компании International Synergies, в рамках которой в 2005 году была разработана стратегия развития промышленного симбиоза, которая была реализована в трех регионах Великобритании. Сегодня данная программа охватывает 15 000 компаний и может быть масштабирована в любой стране мира [9].

На развитие промышленного симбиоза в различных государствах влияют такие факторы, как государственная политика в данной области, наличие законодательных документов, формирование профильных ассоциаций и др. (табл. 2, разработанная авторами).

Сравнительный анализ развития промышленного симбиоза в различных странах (США, ЕС, Китай) показал, что Китай

в настоящее время является единственной страной в мире, которая реализует инициативы в сфере промышленного симбиоза на национальном уровне в широком масштабе и быстром темпе [15, с. 14], разрабатывает различные стандарты, в которых особое внимание уделяется экономической эффективности [16]. Правительством Китая планируется завершить энергетический переход к 2060 году [9]. С этой целью разработано и реализовано на практике 36 симбиотических цепочек (самый высокий показатель в мире [17, с. 26]), куда входит 171 зеленый промышленный парк, их расположение на территории страны представлено на рис. 1.

Как видим, наибольший рост численности экопромышленных парков демонстрируют восточный и центральный регионы Китая, что обусловлено относительно высокой активностью населения и серьезным уровнем, нанесенным экологии предшествующей деятельностью предприятий. В будущем к внедрению планируется еще 52 экопромышленных парка (находятся в стадии разработки) [15, с. 14].

Общая модель работы экопромышленного парка Китая представлена на рис. 2.

Показатели оценки эффективности национальных экопромышленных парков Китая приведены в табл. 3.

Таблица 1

**Промышленные симбиозы по континентам [8, с. 42]**

Европа	Северная и Южная Америка	Азия
1. NISP (Великобритания);	1. Кейстоунский промышленный портовый комплекс (США);	1. Ulsan экопромышленный парк (Корея);
2. Сеть ПС Händelö (Швеция);	2. Продовольственный центр Intervale (США);	2. Lubei национальный экопромышленный парк (Китай);
3. Harjavalta промышленный эко-центр (Финляндия);	3. Guayama Industrial (Пуэрто Рико);	3. Suzhou промышленный парк (Китай);
4. Калундборг (Дания);	4. Norte Fluminense (Бразилия) — Natura эко— промышленный парк (Бразилия);	4. Nanjangud промышленная зона (Индия);
5. Kaiserbaracke промышленный парк (Бельгия);	5. Альтамира- Тампико промышленный коридор (Мексика)	5. Vatva промышленный парк (Индия);
6. Rotterdam Harbor INES (Нидерланды);		6. Эко-город Kawasaki (Япония)
7. Химический промышленный парк Knapsack (Германия);		
8. Deux Synthe промышленный парк (Франция)		

**Особенности реализации промышленного симбиоза в различных странах мира**

Параметр	США	ЕС	Китай
<b>Законодательные акты</b>	Закон о сохранении и восстановлении ресурсов (RCRA); EIP Framework	EIP Framework	«Руководство по созданию экопромышленных парков»; «Административные меры по национальным демонстрационным экопромышленным паркам»; Стандарты комплексного экопромышленного парка (HJ/T274-2009); Национальный демонстрационный стандарт EIP (HJ/T274-2015); Стандарт для отраслевых экопромышленных парков (HJ/T273-2006); Ориентировочный стандарт для отраслевых экопромышленных парков (HJ/T274-2006); Ориентировочный стандарт для экопромышленных парков сетевой промышленности (HJ/T275-2006)
<b>Ассоциации</b>	Агентство по охране окружающей среды (EPA) [10]	Европейская ассоциация промышленного симбиоза (EUR-ISA) [11], крупнейшие ассоциации отдельных стран: Европейская платформа по ресурсоэффективности (EREP) [11], Ассоциация сети круговой экономики (Circlean Network) [12], Ассоциация повышения энергоэффективности промышленных процессов (EEIP) [13]	Ассоциация по промышленному симбиозу SIP [14]
<b>Вектор развития</b>	Сжатие (отказ от применения системы)	Присоединение к действующей сетевой модели	В рамках экопромышленных парков
<b>Участие государства в развитии</b>	На уровне предприятий: взаимосвязь между фирмами в рамках соглашения об экоиндустрии	В рамках сетевой модели	Концепция реализуется на государственном уровне

На основании анализа различных показателей, представленных выше, осуществляется оценка эффективности экопромышленных парков. По данным рейтинга экопромышленных парков Китая, опубликованного Министерством науки и технологий по результатам комплексной оценки национальных высокотехнологических зон за 2022 год, лучшими парками, функционирующими по

принципу промышленного симбиоза, являются следующие: Пекинский экопромышленный парк Чжонгуаньцунь, Шанхайский экопромышленный парк Чжанцзян, Шэньчжэньская высокотехнологическая зона и промышленный парк Сучжоу [21].

Несмотря на столь динамичное развитие экопромышленных парков в Китае, на сегодняшний день экспертами отмечаются



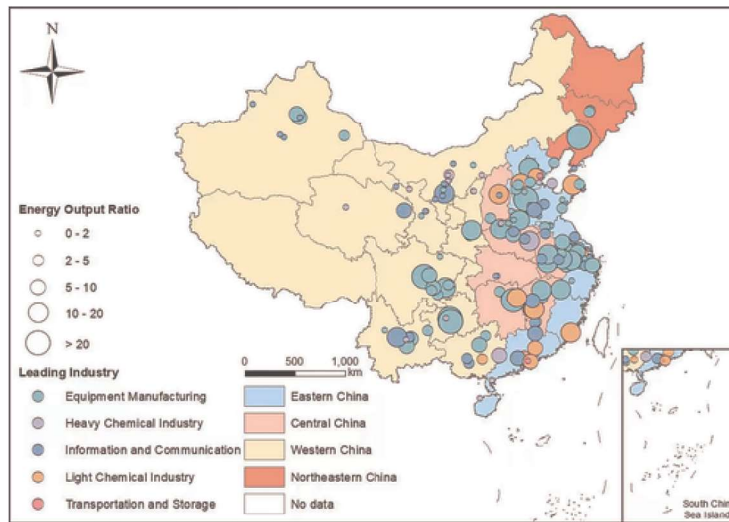


Рис. 1. Расположение промышленных парков на территории Китая, входящих в экопромышленные цепочки [18]

следующие проблемы в их функционировании:

- наличие пробелов и несоблюдение руководящих принципов и стандартов;
- несоответствие между планированием и внедрением;
- неправильное представление и манипулирование ключевыми концепциями;

- ограниченный масштаб внедрения;
- наличие пробелов в знаниях сотрудников экопромышленных парков и т. д. [19]

Одним из механизмов решения представленных проблем является вовлечение высших учебных заведений в симбиотические цепочки. Авторами статьи предлагается рассмотреть следующий механизм взаимодей-



Рис. 2. Модель работы экопромышленных парков Китая [19]

ствия организаций, построенный по принципу промышленного симбиоза (рис. 3)

Исследователи отмечают, что успех проектов в сфере промышленного симбиоза требует сочетания вклада и усилий со стороны бизнеса, государственного сектора и общества, что позволит создать социально-экономические и экологические выгоды для региона, где реализуется промышленный симбиоз [23]. Внедрение данной системы, предполагающей вовлечение вузов, общества и государства в формирование симбиотических цепочек, позволит усилить взаимосвязь циркулярной экономики и устойчивого развития, что будет способствовать модернизации управления не только на экономическом и экологическом уровнях, но и на социальном, стимулируя решение рассмотренных проблем.

### Обсуждение

Таким образом, Китай не был основоположником концепции промышленного симбиоза и циркулярной экономики в целом, однако использование методик и механизмов, разработанных в Великобритании, Германии, Японии и Соединенных Штатах, пересмотренных с учетом внутренних потребностей, позволило Китаю стать одной из передовых стран в области индустриального симбиоза [24]. Установлено, что промышленный симбиоз в Китае характеризуется следующими особенностями:

1. Концепция индустриального симбиоза является частью государственной стратегии, в рамках которой используется множество механизмов, ключевым из которых выступает взаимодействие различных структур.

Таблица 3

**Показатели оценки национальных экопромышленных парков Китая [20]**

Группа	Индикаторы
Экономические показатели	Доля стоимости продукции высокотехнологичных предприятий в стоимости валовой промышленной продукции, %; добавленная стоимость промышленности на душу населения, %; доля добавленной стоимости перерабатывающей промышленности, %
Промышленный симбиоз	Увеличение числа эко-промышленных цепочек, шт.; комплексный коэффициент утилизации твердых промышленных отходов, %; уровень использования возобновляемых ресурсов, %
Ресурсосбережение	Промышленная добавленная стоимость на единицу площади промышленных земель; среднегодовые трехлетние темпы прироста промышленной добавленной стоимости на единицу площади промышленных земель, %; потребление энергии на единицу промышленной добавленной стоимости; коэффициент применения возобновляемых источников энергии, %; потребление воды; скорость переработки технической воды, %; коэффициент повторного использования очищенной воды, %
Защита окружающей среды	Скорость достижения норматива сбросов для основных источников загрязнения, %; выбросы основных загрязняющих веществ, %; частота тяжелых экологических аварий; уровень внедрения аудита чистого производства на ключевых предприятиях; предотвращение и контроль экологических рисков; утилизация твердых промышленных отходов; выбросы сточных вод на единицу промышленной добавленной стоимости; выбросы ТБО на единицу промышленной добавленной стоимости
Раскрытие информации	Уровень раскрытия экологической информации ключевыми предприятиями, %; наличие информационной платформы; пропаганда экоиндустрии





Рис. 3. Механизм взаимодействия организаций по принципу промышленного симбиоза [22, с. 39]

2. Промышленный симбиоз осуществляется преимущественно через экопромышленные парки, что обусловлено прежде всего тем фактом, что данная форма поддерживается на государственном уровне [25].

Промышленный симбиоз при участии высших учебных заведений может стать актуальным инструментом развития экономики. По мнению авторов статьи, модель взаимодействия между университетами и индустриальными партнерами, в рамках которого происходит инициация и реализация совместных инновационных проектов, мо-

жет быть интегрирована в государственную политику Китая для повышения эффективности перехода к циркулярной экономике.

Со стороны предприятий данная концепция позволит оптимизировать их деятельность с позиции экономической и экологической эффективности, стимулировать внедрение новых конкурентоспособных технологий, оптимизировать затраты и диверсифицировать инновационные производства, а также ускорить инновационное развитие экономики страны и существенно снизить отходы производства.

Со стороны высших учебных заведений участие в промышленном симбиозе будет стимулировать повышение активности обучающихся, развитие компетенций педагогического состава, позволит участвовать в перспективных и востребованных совместных проектах, привлекать финансовые ресурсы и государственные субсидии на разработку инноваций для циркулярной экономики.

Со стороны государства данная система позволит создать эффективные кооперационные связи между предприятиями, вузами и муниципалитетами, стимулировать устойчивое развитие регионов, увеличить количество рабочих мест и повысить наукоемкость предприятий, создать инновационные промышленные кластеры, имеющие минимальные отходы и положительно влияющие на экологию.

Со стороны социального сектора (общества) применение концепции промышленного симбиоза будет стимулировать реализацию системы общественного контроля за деятельностью промышленности по снижению вреда для экологии, создание новых рабочих мест, развитие инфраструктуры региона и т. д.

### Выводы

Очевидно, что на сегодняшний день разработка и внедрение инновационных разработок в промышленный сектор осуществляются не в полной мере, без полноценного взаимодействия с высшими учебными заведениями — инициаторами инновационных разработок. С другой стороны, процесс коммерциализации вузовских разработок может стать ключевым фактором перехода к циркулярной экономике, которая стала основой для разрешения актуальных проблем, связанных с истощением ресурсов и ухудшением состояния окружающей среды [26, с. 435]. Имеется необходимость тесного сотрудничества вузов, бизнеса, государства и общества для создания мира для будущих поколений, повышения качества их жизни, связи с сообществом, благополучия, экологической целостности, социального разнообразия и стабильности, равного распределения ресурсов [27].

гической целостности, социального разнообразия и стабильности, равного распределения ресурсов [27].

### Библиографический список

1. Пахомова Н. В., Рихтер 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, № 2. С. 244–268.
2. PACE orchestrates the transition to a circular economy by mobilizing a network of specific, committed changemakers. URL: <https://pacecircular.org>.
3. Королева Е. Б. Циркулярная экономика на уровне города. URL: [https://www.ecoprofi.info/docs/circular\\_economy\\_at\\_the\\_city\\_level\\_ru\\_2021.pdf](https://www.ecoprofi.info/docs/circular_economy_at_the_city_level_ru_2021.pdf).
4. Каплюк Е. В., Низов Н. В. Бизнес-модели циркулярной экономики и цифровые технологии в инновационном развитии промышленности // Вестник Академии знаний. 2022. № 50 (3). С. 127–132.
5. Дайнеко Е. Ю., Дайнеко В. Г. Развитие циркулярной модели бизнеса в инновационной экономике // Актуальные проблемы социально-гуманитарных наук и методики их преподавания. Воронеж: Материалы Всерос. науч.-практ. форума, 2023. С. 349–352.
6. Гришко Н. В., Ракитова О. Ю., Анохина Т. Ю. Механизмы реализации модели циркулярной экономики // Инновации — опыт, проблемы, перспективы. Алчевск: Донбасский государственный технический институт, 2023. С. 52–55.
7. Velenturf A. P. M., Purnell P. Principles for a sustainable circular economy // Sustainable Production and Consumption. 2021. № 27. Pp. 1437–1457.
8. Преображенский Б. Г., Толстых Т. О., Шмелева Н. В. Промышленный симбиоз как инструмент циркулярной экономики // Регион: системы, экономика, управление. 2020. № 4 (51). С. 37–48.
9. Российская газета. Китай взял курс на «зеленую» экономику. URL: <https://rg.ru/2021/04/27/mezhdunarodnyjklimaticheskij-sammit-pokazal-ambicii-knr-v-ekovoprosah.html>.
10. U.S. Environmental Protection Agency. URL: <https://www.epa.gov>.
11. European industrial symbiosis association. URL: <https://www.inno4sd.net/european-industrial-symbiosis-association-eur-isa-185>
12. Energy-System. EEIP has been awarded the CircLean European industrial symbiosis label «CHAMPION». URL: <https://ee-ip.org/en/article/eeip-has-been-awarded-the-circlean-european-industrial-symbiosis-label-champion-6854>
13. European Commission. Energy efficiency in industrial processes (EEIP). URL: <https://sustainable->



energy-week.ec.europa.eu/energy-efficiency-industrial-processes-eeip\_en

14. Krom P., Piscicelli L., Frenken K. Platforms for Industrial Symbiosis. URL: <https://www.cairn.info/revue-journal-of-innovation-economics-2022-3-page-215.htm>

15. Hong H., Gasparatos A. Eco-industrial parks in China: Key institutional aspects, sustainability impacts, and implementation challenges // Journal of Cleaner Production. 2020. № 274. Pp. 14–21.

16. Piatkowski M. Moving towards greener industrial parks in China: A comparative analysis of Chinese and international green standards. URL: <https://blogs.worldbank.org/eastasiapacific/moving-towards-greener-industrial-parks-china-comparative-analysis-chinese-and>

17. Уткина Е. Э. Анализ и классификация способов оценки промышленно-симбиотических взаимодействий // Вестник РЭУ им. Г. В. Плеханова. 2020. № 5 (113). С. 26–41.

18. Yu X., Li M., Kang W. Heterogeneity of Decoupling Between Economic Development and Carbon Emissions in China's Green Industrial Parks. URL: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2022EF002753?af=R>.

19. Lyu Y., Liu Y., Guo Y., Sang J., Tian J., Chen L. Review of green development of Chinese industrial parks. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211467X22000657>

20. Huang B., Yong G., Zhao J. Review of the development of China's Eco-industrial Park Standard System. URL: <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10058097/1/Bleischwitz%20RCR-EIP%20indicator%20analysis-accept%20version.pdf>

21. Phoenix New Media. URL: <https://i.ifeng.com/c/800h37yBurl>

22. Миронова Д. Ю. Инновационная инфраструктура ВУЗА как элемент формирования и развития экосистемы промышленного симбиоза и стимулирования проектной деятельности // Экономика. Право. Инновации. 2023. № 2. С. 38–46.

23. Perrucci D. V., Aktaş C. B., Sorentino J., Akanbi H., Curabba J. A review of international eco-industrial parks for implementation success in the United States. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590252022000083>

24. Childress L. The eco-industrial park in the coastal city of Rizhao offers lessons for students of circular economy principles. URL: <https://www.greenbiz.com/article/lessons-chinas-industrial-symbiosis-leadership>

25. Zhao K. Industrial symbiosis: practices in China's industrial parks // Industry and Waste: Toward the Circular Economy. 2021. № 23. Pp. 54–59.

26. Амангельдиева Б. А. Связь циркулярной экономики с государственным регулированием: литературный обзор // Вызовы современности и стратегии

развития общества в условиях новой реальности: сб. материалов XVIII Междунар. науч.-практ. конф., М., 2023. С. 434–440.

27. Oliveira M., Miguel M., Kevin van Langen S. Circular Economy and the Transition to a Sustainable Society: Integrated Assessment Methods for a New Paradigm // Circular Economy and Sustainability. 2021. №1. Pp. 99–113.

## References

1. Pakhomova N. V., Rikhter K. K., Vetrova M. A. *Perekhod k tsirkulyarnoy ekonomike i zamknutym tsepyam postavok kak faktor ustoychivogo razvitiya* [Transition to circular economy and closed supply chains as a factor of sustainable development]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ekonomika – Bulletin of St. Petersburg University. Economics*, 2017, vol. 33, no. 2, pp. 244–268.

2. *PACE orchestrates the transition to a circular economy by mobilizing a network of specific, committed change makers*. Available at: <https://pacecircular.org>.

3. Koroleva E. B. *Tsirkulyarnaya ekonomika na urovne goroda* [Circular economy at the city level]. Available at: [https://www.ecoprofi.info/docs/circular\\_economy\\_at\\_the\\_city\\_level\\_ru\\_2021.pdf](https://www.ecoprofi.info/docs/circular_economy_at_the_city_level_ru_2021.pdf).

4. Kaplyuk E. V., Nizov N. V. *Biznes-modeli tsirkulyarnoy ekonomiki i tsifrovye tekhnologii v innovatsionnom razvitiy promyshlennosti* [Business models of circular economy and digital technologies in the innovative development of industry]. *Vestnik Akademii znaniy – Bulletin of the Academy of Knowledge*, 2022, no. 50 (3), pp. 127–132.

5. Dayneko E. Yu., Dayneko V. G. *Razvitie tsirkulyarnoy modeli biznesa v innovatsionnoy ekonomike* [Development of circular business model in the innovation economy]. *Trudy Vserossiyskogo nauchno-prakticheskogo Forumu «Aktual'nye problemy sotsial'no-gumanitarnykh nauk i metodiki ikh prepodavaniya»* [Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Forum “Actual problems of social and humanitarian sciences and methods of their teaching”]. Voronezh, 2023, pp. 349–352.

6. Grishko N. V., Rakitova O. Yu., Anokhina T. Yu. *Mekhanizmy realizatsii modeli tsirkulyarnoy ekonomiki* [Mechanisms of realization of the circular economy model]. In: *Innovatsii: opyt, problemy, perspektivy* [In: Innovations: experience, problems, prospects]. Donbasskiy gosudarstvenniy tekhnicheskiiy institut Publ., 2023, pp. 52–55.

7. Velenturf A. P. M., Purnell P. Principles for a sustainable circular economy. *Sustainable Production and Consumption*, 2021, no. 27, pp. 1437–1457.

8. Preobrazhenskiy B. G., Tolstykh T. O., Shmeleva N. V. *Promyshlenniy simbioz kak instrument tsirkulyarnoy ekonomiki* [Industrial symbiosis as a tool of circular economy]. *Region: sistemy, ekonomika, upravlenie – Region: Systems, Economy, Management*, 2020, no. 4 (51), pp. 37–48.



9. Rossiyskaya gazeta. *Kitay vzyal kurs na «zelenuyu» ekonomiku* [Russian newspaper. China has taken a course on “green” economy]. Available at: <https://rg.ru/2021/04/27/mezhdunarodnyklimaticheskij-sammit-pokazal-ambicii-knr-v-ekovoprosah.html>
10. U.S. Environmental Protection Agency. Available at: <https://www.epa.gov>.
11. European industrial symbiosis association. Available at: <https://www.inno4sd.net/european-industrial-symbiosis-association-eur-isa-185>
12. Energy-System. *EEIP has been awarded the CircLean European industrial symbiosis label «CHAMPION»*. Available at: <https://ee-ip.org/en/article/eeip-has-been-awarded-the-circlean-european-industrial-symbiosis-label-champion-6854>
13. European Commission. *Energy efficiency in industrial processes (EEIP)*. Available at: [https://sustainable-energy-week.ec.europa.eu/energy-efficiency-industrial-processes-eeip\\_en](https://sustainable-energy-week.ec.europa.eu/energy-efficiency-industrial-processes-eeip_en)
14. Krom P., Piscicelli L., Frenken K. *Platforms for Industrial Symbiosis*. Available at: <https://www.cairn.info/revue-journal-of-innovation-economics-2022-3-page-215.htm>
15. Hong H., Gasparatos A. Eco-industrial parks in China: Key institutional aspects, sustainability impacts, and implementation challenges. *Journal of Cleaner Production*, 2020, no. 274, pp. 14–21.
16. Piatkowski M. *Moving towards greener industrial parks in China: A comparative analysis of Chinese and international green standards*. Available at: <https://blogs.worldbank.org/eastasiapacific/moving-towards-greener-industrial-parks-china-comparative-analysis-chinese-and>
17. Utkina E. E. *Analiz i klassifikatsiya sposobov otsenki promyshlenno-simbioticheskikh vzaimodeystviy* [Analysis and classification of ways to evaluate industrial-symbiotic interactions]. *Vestnik REU im. G. V. Plekhanova – Bulletin of REU named after G. V. Plekhanov*, 2020, no. 5 (113), pp. 26–41.
18. Yu X., Li M., Kang W. Heterogeneity of decoupling between economic development and carbon emissions in china’s green industrial parks. Available at: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2022EF002753?af=R>
19. Lyu Y., et al. *Review of green development of Chinese industrial parks*. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211467X22000657>
20. Huang B., Yong G., Zhao J. *Review of the development of China’s eco-industrial park standard system*. Available at: <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10058097/1/Bleischwitz%20RCR-EIP%20indicator%20analysis-accept%20version.pdf>
21. Phoenix New Media. Available at: <https://i.ifeng.com/c/800h37yBurL>
22. Mironova D. Yu. *Innovatsionnaya infrastruktura VUZA kak element formirovaniya i razvitiya ekosistemy promyshlennogo simbioza i stimulirovaniya proektnoy deyatel’nosti* [Innovation infrastructure of the higher school as an element of formation and development of the ecosystem of industrial symbiosis and stimulation of project activity]. *Ekonomika. Pravo. Innovatsii – Economics, Law, Innovations*, 2023, no. 2, pp. 38–46.
23. Perrucci D. V., Aktaş C. B., Sorentino J., Akanbi H., Curabba J. *A review of international eco-industrial parks for implementation success in the United States*. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590252022000083>
24. Childress L. *The eco-industrial park in the coastal city of Rizhao offers lessons for students of circular economy principles*. Available at: <https://www.greenbiz.com/article/lessons-chinas-industrial-symbiosis-leadership>
25. Zhao K. Industrial symbiosis: practices in China’s industrial parks. *Industry and Waste: Toward the Circular Economy*, 2021, no. 23, pp. 54–59.
26. Amangeldieva B. A. *Svyaz’ tsirkulyarnoy ekonomiki s gosudarstvennym regulirovaniem: literaturniy obzor* [Relation of circular economy with state regulation: literature review]. *Trudy XVIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konferentsii, Moskva, 2023 «Vyzovy sovremennosti i strategii razvitiya obshchestva v usloviyakh novoy real’nosti»* [Proceedings of the XVIII International. sci. – pract. conference, Moscow, 2023 “Challenges of modernity and strategies of society development in the conditions of new reality”]. Moscow, 2023, pp. 434–440.
27. Oliveira M., Miguel M., Kevin van Langen S. Circular economy and the transition to a sustainable society: Integrated assessment methods for a new paradigm. *Circular Economy and Sustainability*, 2021, no. 1, pp. 99–113.