

УДК 338.242

DOI 10.23968/1999-5571-2023-20-6-145-153

© Д. Ю. Миронова, канд. экон. наук, доцент
© И. В. Баранов, д-р техн. наук, профессор
© А. Г. Будрин, д-р экон. наук, профессор
(Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия)
E-mail: mironova@itmo.ru,
ivbaranov@itmo.ru, agbudrin@itmo.ru

© D. Yu. Mironova, PhD in Sci. Ec., Associate Professor
© I. V. Baranov, Dr. Sci. Tech., Professor
© A. G. Budrin, Dr. Sci. Ec., Professor
(ITMO University, St. Petersburg, Russia)
E-mail: mironova@itmo.ru,
ivbaranov@itmo.ru, agbudrin@itmo.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОСТРЕБОВАННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО СИМБИОЗА В РОССИИ

STUDY OF THE DEMAND AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL SYMBIOSIS IN RUSSIA

Проблемы загрязнения окружающей среды, приводящие к изменению стратегий различных стран мира по усилению контроля за промышленными предприятиями, стали стимулом развития циркулярной экономики. Промышленный симбиоз как инструмент циркулярной экономики, широко применяемый в различных странах мира, на сегодняшний день является малоизученной областью исследований в Российской Федерации. Приводятся результаты исследования востребованности промышленного симбиоза в научной и бизнес-среде. Сформулированы причины довольно низкого интереса к промышленному симбиозу в сфере индустрии, а также низкой публикационной активности научной общности в данной области в России по сравнению с зарубежными странами.

Ключевые слова: промышленный симбиоз, кооперация науки и бизнеса, циркулярная экономика, инновационная деятельность.

Environmental pollution problems, leading to changes in the strategy of various countries all over the world aimed at increasing control over industrial enterprises, have driven the development of the circular economy. The widely used industrial symbiosis used as a tool of circular economy is currently an understudied area of research in the Russian Federation. The article presents the results of the study of the demand for industrial symbiosis in the scientific and business environment. There are formulated the reasons for the rather low interest in industrial symbiosis in the field of industry, as well as low publication activity of the scientific community in this area in Russia compared to foreign countries.

Keywords: industrial symbiosis, science – business cooperation, circular economy, innovation activity.

Введение

На сегодняшний день в мире большое внимание уделяется вопросам сокращения выбросов углекислого газа и прогнозируемому дефициту ресурсов. Согласно обзору международных подходов к циркулярной экономике, подготовленному проектно-аналитическим отделом Департамента многостороннего экономического сотрудничества и специальных проектов Минэкономразвития России в 2021 году, «при текущем потреблении для приемлемого уровня жизни 10 млрд. жителей к 2050 году понадобятся

ресурсы трех планет Земля».¹ Многие страны мира стали сотрудничать для совместного решения глобальных экологических проблем. Так, Евросоюз провозгласил переход к циркулярной экономике одним из ключевых направлений развития на период до 2050 г.²

Ученые мирового сообщества в рамках Организации Объединенных Наций разра-

¹ Министерство экономического развития РФ. Экономика замкнутого цикла: обзор международных подходов. URL: <https://www.economy.gov.ru/material/file/55fc716c49b06e62a652d101b1be8442/220414.pdf> (дата обращения: 25.09.2023).

² The Growth of the Circular Economy. GreenBiz. A 2016 UPS / GreenBiz Research Study. URL: http://www.reloaderalitalia.it/wp-content/uploads/2016/10/UPS_GreenBiz-Whitepaper.pdf

ботали и выпустили в свет документ «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года»³. В ходе саммита ООН по устойчивому развитию 25.09.2015 главами государств и правительств были утверждены 17 целей и 169 задач, охватывающих три ключевых направления устойчивого развития: охрана окружающей среды, социальная интеграция и экономический рост⁴. Принятые цели устойчивого развития свидетельствуют о необходимости перехода от устаревшей традиционной модели мировой экономики, работающей по принципу добычи – использования – захоронения ресурсов, на модель устойчивого развития, называемую экономикой замкнутого цикла [1]. В соответствии с концепцией экономики замкнутого цикла (циркулярной/циклической экономикой), реализуется совершенно новый подход к производству, потреблению и ведению хозяйствующей деятельности, в основе которого лежат возобновляемые решения и бизнес-модели⁵.

Правительством РФ поставлена задача, направленная на сокращение уровня выбросов парниковых газов к 2030 г. на 25 % по отношению к 1990 г.⁶ В России разработана и реализуется Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 г., утвержденная Правительством РФ в соответствии с распоряжением от 25 января

2018 г. № 84-р. Данная стратегия служит основой для «формирования и реализации государственной промышленной и научно-технологической политики на федеральном, региональном, муниципальном и отраслевом уровнях в сфере обработки, утилизации и обезвреживания отходов, ресурсосбережения и вовлечения отходов в хозяйственный оборот»⁷. 9 сентября 2023 г. постановлением Правительства РФ № 1473 была утверждена комплексная государственная программа Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности», в соответствии с которой сформулированы направления работ в области повышения энергоэффективности в электроэнергетике и теплоэнергетике, транспорте, промышленности, строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве, а один из разделов посвящен вопросу популяризации энергосбережения.⁸

Следовательно, в большинстве стран мира принимаются различные меры, стимулирующие снижение экологической нагрузки на конкретные государства и на планету в целом, и переход к циркулярной экономике — одна из них. В научной среде на сегодняшний день одной из наиболее перспективных концепций экономики замкнутого цикла признается концепция промышленного симбиоза [2]. Промышленный (индустриальный) симбиоз представляет собой модель устойчивого развития производства при переходе к циркулярной экономике, предполагающую повышение экономической, энергетической и экологической эффективности

³ Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей 25 сентября 2015 года. URL: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/92/PDF/N1529192.pdf?OpenElement> (дата обращения: 27.09.2023).

⁴ Цели в области устойчивого развития. Официальный сайт ООН. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/about/development-agenda/> (дата обращения: 28.09.2023).

⁵ Экономика замкнутого цикла. Обзор международных подходов. Департамент многостороннего экономического сотрудничества Министерства экономического развития РФ. 2021. URL: <https://www.economy.gov.ru/material/file/55fc716c49b06e62a652d101b1be8442/220414.pdf> (дата обращения: 28.09.2023).

⁶ Об ограничении выбросов парниковых газов: ФЗ от 02.07.2021 № 296-ФЗ. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107020031> (дата обращения: 29.09.2023).

⁷ Распоряжение Правительства РФ от 25 января 2018 г. № 84-р об утверждении Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года. URL: <http://static.government.ru/media/files/y8PMkQGZLfbY7jhn6QMruaKoferAowzJ.pdf> (дата обращения: 30.09.2023).

⁸ Постановление Правительства РФ от 9 сентября 2023 г. № 1473 об утверждении комплексной государственной программы Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности». URL: <http://static.government.ru/media/files/xQ1UWgkZNLRI09zNT6PTlnfK0EsXfxVS.pdf> (дата обращения: 30.09.2023).

предприятий, целенаправленно вступивших в кооперацию друг с другом, за счет использования в производстве вторичного сырья вместо ископаемых ресурсов. При рассмотрении вопроса о загрязнении окружающей среды промышленным сектором одним из способов уменьшения негативного влияния является промышленный симбиоз [3, 14].

Существуют несколько подходов к определению понятия «промышленный симбиоз». В исследовании Н. Ю. Титовой⁹ представлено 6 подходов [4] к трактовке промышленного симбиоза:

1) подотрасль промышленной экологии, в рамках которой формируются механизмы, стимулирующие кооперацию промышленных организаций, с учетом специфики стадий производственных циклов для формирования их конкурентных преимуществ [5, 6];

2) форма реализации кооперации промышленных предприятий в эко-индустриальных парках в условиях экономики замкнутого цикла [7];

3) модель, в рамках которой ключевым аспектом является обмен ресурсами, при этом производственные отходы становятся ресурсами [8, 9];

4) подход, реализация которого приводит к синергии различных организаций, стимулируя улучшение экологии путем сокращения сниженного потребления природных ресурсов и снижения экологических рисков [10, 11];

5) инструмент реализации целей устойчивого развития и циркулярной экономики [2, 12];

6) промышленная экосистема [9, 13].

Все вышеперечисленные подходы предполагают целесообразность кооперации различных организаций в целях улучшения экологической, экономической и инноваци-

онной составляющих. Авторы данной статьи под инновационной составляющей понимают как поиск путей повышения энергетической и экономической эффективности организации, так и разработку и внедрение новых технологий переработки отходов и ископаемых ресурсов, создание новых бизнес-моделей (когда продажа отходов в качестве ресурсов может стать ключевым направлением бизнеса) и т. д.

Рассмотрим более подробно вопрос исследования специфики промышленного симбиоза в научной среде и проведем параллель с анализом востребованности промышленного симбиоза среди предприятий.

Исследование публикационной активности в области промышленного симбиоза

Данные, полученные при анализе публикационной активности российских научных исследований в Системе национальной электронной библиотеки Elibrary по ключевым словам «промышленный симбиоз», «индустриальный симбиоз», «циркулярная экономика», «экономика замкнутого цикла», были сведены в таблицу.

Очевидно, что в настоящее время концепция промышленного симбиоза находится на стадии зарождения. В рамках анализа было выявлено, что научные публикации по исследуемой тематике зафиксированы в системе национальной библиотеки Elibrary только в 2010 г. Соответственно, количество научных статей (менее ста) по промышленному симбиозу за последние 10 лет говорит о том, что данное научное направление является в РФ слабоизученным.

Чтобы проследить, как развиваются исследования промышленного симбиоза за рубежом, нами был проведен анализ публикационной активности в системе научных публикаций Google Scholar. На рис. 1 и 2 представлены полученные статистические данные публикационной активности по ключевым словам «промышленный симбиоз» и «industrial symbiosis» в данной поисковой системе на-

⁹ Титова Н. Ю. Промышленный симбиоз в условиях циркулярной экономики // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. 2021. № 4. С. 44–50. URL: <https://doi.org/10.24143/2073-5537-2021-4-44-50>.

Исследование публикационной активности в сфере промышленного симбиоза в Системе национальной электронной библиотеки Elibrary

Ключевые слова	Количество публикаций, всего	Общее количество цитирований	Исследуемый период
«Промышленный симбиоз»	79	186	с 2013 по 2023 гг.
«Индустриальный симбиоз»	5	5	с 2010 по 2022 гг.
«Циркулярная экономика»	1064	3085	с 2015 по 2023 гг.
«Экономика замкнутого цикла»	591	810	с 2015 по 2023 гг.

учных публикаций. Количество публикаций по ключевому слову «промышленный симбиоз» за период с 2011 г. по 2021 г. увеличилось с 0 до 98, в то время как по ключевому слову «industrial symbiosis» за тот же период — с 950 до 6320. Таким образом, за 11 лет очевиден рост интереса научного сообщества к данной тематике, при этом очевидно, что в России, согласно поисковой базе Google Scholar, ученые стали публиковать статьи в области промышленного симбиоза только с 2011 г., в то время как первая публикация на английском языке по искомой теме в данной базе данных появилась в 1987 г.

При этом наблюдается снижение публикационной активности за период с 2022 г. по 2023 г.: по ключевому слову «промышленный симбиоз» — с 98 до 71 публикации; по ключевому слову «industrial symbiosis» — с 6320 до

5650 публикаций. Выявленное сокращение публикационной активности может быть связано с политической обстановкой в мире, однако изучение данного вопроса требует отдельного осмысления и выходит за рамки данной научной статьи.

Вопросам исследования проблематики промышленного симбиоза на сегодняшний день, как видно по результатам анализа, уделяется недостаточно внимания среди российских исследователей. Зарубежный опыт напротив, говорит о больших перспективах применения концепции промышленного симбиоза [14].

Далее рассмотрим, насколько российская индустрия готова и заинтересована в формировании кооперационных цепочек в условиях реализации концепции индустриального симбиоза.

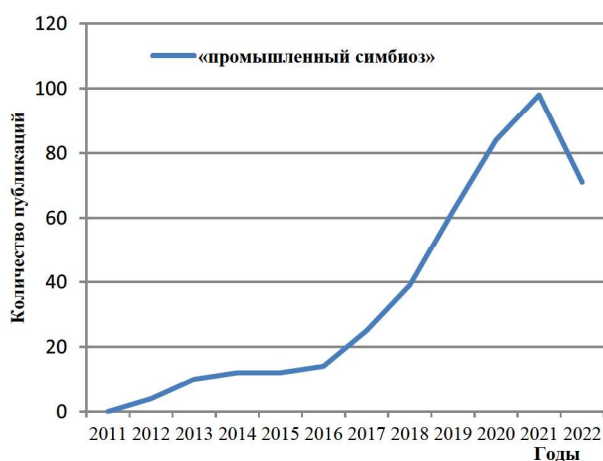


Рис. 1. Исследование публикационной активности авторов по ключевому слову «промышленный симбиоз» (по материалам базы Google Scholar)

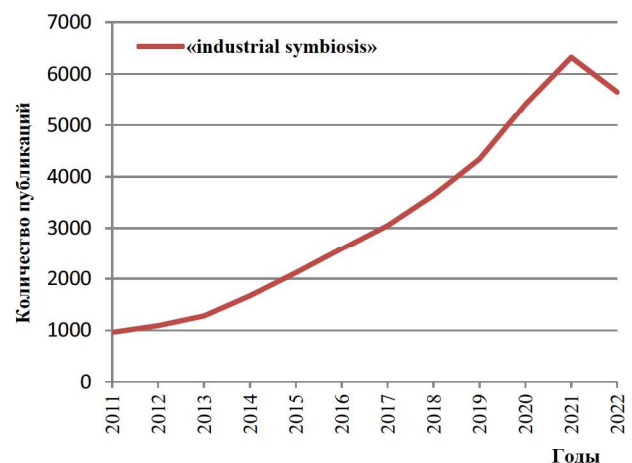


Рис. 2. Исследование публикационной активности авторов по ключевому слову «industrial symbiosis» (по материалам базы Google Scholar)

Исследование востребованности промышленного симбиоза среди российских организаций

Несмотря на то что перед многими предприятиями остро стоит вопрос повышения экологической и энергетической эффективности, далеко не все из них предпринимают действия по решению данных проблем. Кооперация вузов и предприятий — это необходимое условие для разработки передовых инновационных технологий и подготовки талантливых кадров. Только благодаря коммуникации между научно-образовательными учреждениями и предприятиями можно найти оптимальные механизмы взаимодействия. На сегодняшний день в РФ многие предприятия используют вместо инновационных устаревшие технологии¹⁰, приводящие к загрязнению окружающей среды, стимулируя рост выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

В рамках исследования, инициированного Образовательным центром «Энергоэффективные инженерные системы» Университета ИТМО и Международной академией холода, в сентябре 2023 г. были получены результаты, дающие представление как о заинтересованности бизнеса в кооперации с вузами, так и о востребованности промышленного симбиоза среди организаций. Среди руководителей высшего и среднего звена проводилось анкетирование 53 организаций с целью выявления потребности предприятий в инженерных кадрах, а также анализе их заинтересованности в кооперации с вузами по вопросам трудоустройства выпускников вузов, проектной деятельности, промышленного симбиоза.

Организации были поделены на 4 группы в зависимости от количества трудоустроенных инженерных кадров (рис. 3).

Среди опросов анкеты были такие вопросы:

- Заинтересована ли Ваша организация в совместных проектах с вузом для повышения экологической и энергетической эффективности предприятия?

- Заинтересованы ли Вы в предоставлении вузу перечня тематик для подготовки студентами выпускных квалификационных работ, интересных Вашей организации?

- Сталкивались ли Вы с понятием промышленного симбиоза (когда отходы одних предприятий являются ресурсами для других)?

- Заинтересована ли Ваша организация в формировании промышленного симбиоза?

Среди компаний, принявших участие в анкетировании, 51 % опрошенных представителей бизнеса высказали свою заинтересованность в кооперации с вузами, а 49 % оказались не заинтересованы в такой кооперации (рис. 4). Соответственно, без государственного стимулирования сотрудничество предприятий и вузов не представляется возможным.

Говоря о заинтересованности предприятий в предоставлении вузам тематик выпускных квалификационных работ (рис. 5), следует отметить, что 54 % участников анкетирования не заинтересованы в том, чтобы студенты выполняли выпускные работы по предоставленным бизнесом тематикам. 40 % опрошенных готовы предоставить перечень тематик, а 6 % сообщили о необходимости дополнительного осмысления данного вопроса. То есть предприятия, которые заинтересованы в приеме на работу высококвалифицированных кадров, не стремятся помочь вузам в подготовке таких специалистов, отказывая в формировании перспективных и актуальных отраслевых задач.

Отдельный вопрос в анкете был посвящен исследованию осведомленности руководителей высшего и среднего звена предприятий о том, что такое «промышленный симбиоз». На рис. 6 представлены результаты анкетирования, согласно которым 49 % опрошен-

¹⁰ Научно-образовательный портал IQ НИУ ВШЭ. 2018. URL: <https://iq.hse.ru/news/216184299.html> (дата обращения: 30.09.2023).

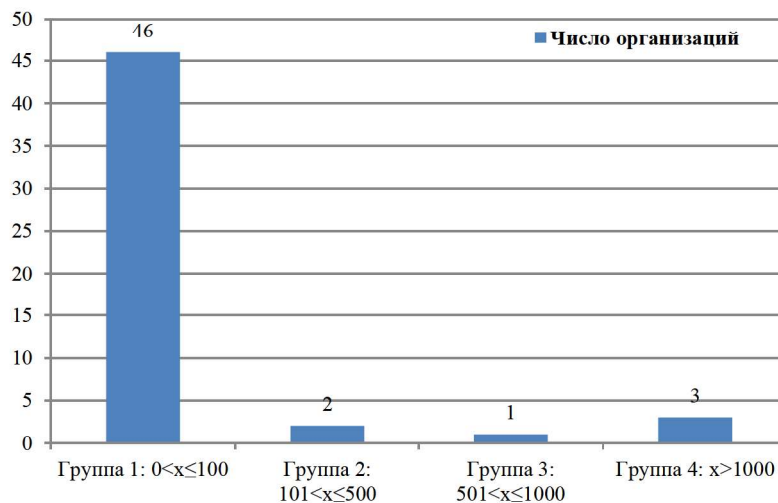


Рис. 3. Распределение организаций по группам в зависимости от количества трудоустроенных инженерных кадров

ных руководителей не сталкивались с понятием промышленного симбиоза, 51 % респондентов знаком с данным понятием.

Далее исследовалась заинтересованность организаций в формировании промышленного симбиоза (рис. 7). В результате анализа оказалось, что подавляющее большинство (75 %) руководителей предприятий не заинтересованы в формировании индустриального симбиоза, 19 % респондентов высказали заинтересованность, а 6 % опрошенных хотели бы дополнительно изучить данный вопрос.

Как видно из результатов публикационной активности российских ученых и опроса представителей индустрии, в настоящее время вопрос теоретического исследования практиче-

ского применения концепции промышленного симбиоза недостаточно изучен. При этом ежегодно рост интереса к данной проблематике растет, пусть и невысокими темпами. По мнению авторов научной статьи, причинами довольно низкого интереса к сфере промышленного симбиоза в России по сравнению с зарубежными странами могут быть:

- недостаточно эффективная экологическая политика государства, ввиду которой предприятия лишены мотивации создания симбиотических цепочек;
- неготовность предприятий к модернизации производств и внедрению энергоэффективных и экологических технологий в силу нехватки финансовых ресурсов, отсутствия

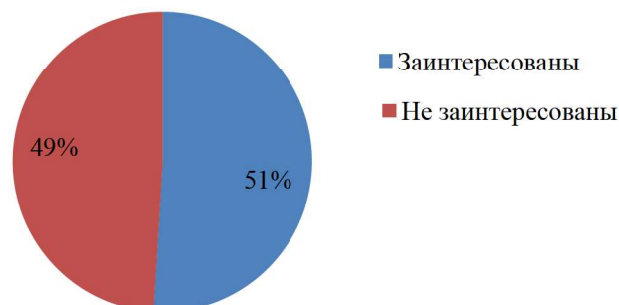


Рис. 4. Исследование заинтересованности организаций в реализации совместных проектов с вузом для повышения экологической и энергетической эффективности

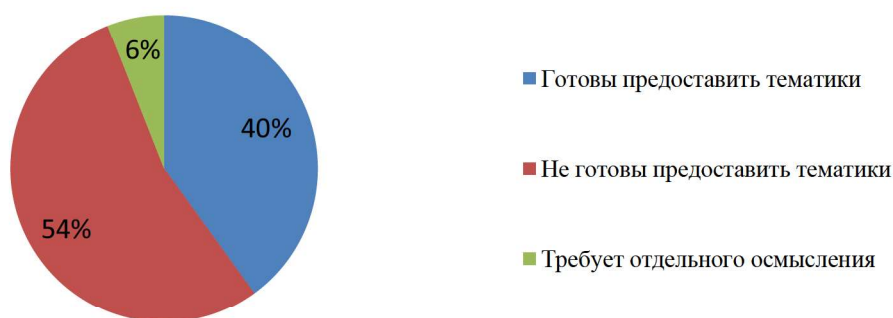


Рис. 5. Исследование заинтересованности предприятий в предоставлении вузам тематик выпускных квалификационных работ

со стороны государства жестких мер, требующих трансформации производственных процессов и стимулирующих формирование симбиотических цепочек и др.;

- рост потребления природных ресурсов на фоне роста населения приводит к большому количеству отходов, которые перерабатываются не всегда эффективно, а зачастую просто утилизируются;

- низкая экологическая культура, сопровождающаяся недостатком информации среди представителей научного, образовательного, промышленного и государственного секторов по поводу перспектив и преимуществ реализации концепции промышленного симбиоза.

Выводы

Анализ статистической информации (баз данных Elibrary и Google Scholar), касающейся публикационной активности российских ученых в области промышленного симбиоза, показал, что данное направление исследова-

ний в последние годы становится объектом интереса для все большего количества ученых. Исследование востребованности промышленного симбиоза среди представителей бизнес-сообщества позволило сделать вывод о неготовности бизнеса к серьезной трансформации технологических и бизнес-процессов с целью улучшения своей экологической и экономической эффективности. Ввиду слабой информированности руководства предприятий о преимуществах индустриального симбиоза, а также недостаточного государственного стимулирования кооперации бизнеса и вузов в данной сфере, перспективы масштабного применения концепции промышленного симбиоза, по мнению авторов, пока нельзя назвать многообещающими. Исследование особенностей кооперации предприятий и вузов доказывает необходимость активизации роли государства в построении эффективного взаимодействия между научно-образовательным и промышленным секторами.

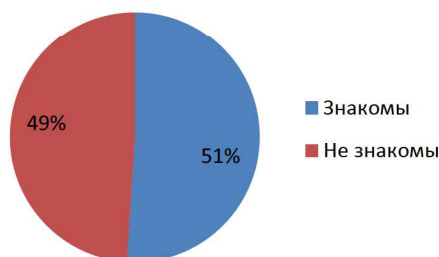


Рис. 6. Исследование осведомленности руководителей высшего и среднего звена предприятий о том, что такое «промышленный симбиоз»



Рис. 7. Исследование заинтересованности организаций в формировании промышленного симбиоза

Библиографический список

1. Воротников А. М., Лыжин Д. М., Воротников Н. С. В России начинается переход к циркулярной экономике замкнутого цикла // Экологический пресс-центр. URL: <http://ecopress.center/page4186642.html> (дата обращения: 29.09.2023).
2. 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.
3. Горохова А. Е., Титова Н. Ю., Чудаев Э. Ю. Модель экосистемы обращения с отходами в российской федерации // Фундаментальные исследования. 2021. № 12. С. 105–111.
4. Титова Н. Ю. Промышленный симбиоз в условиях циркулярной экономики // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. 2021. № 4. С. 44–50.
5. Уткина Е. Э. Анализ и классификация способов оценки промышленно-симбиотических взаимодействий. // Вестник российского экономического университета им. Г. В. Плеханова. 2020. Т. 17, № 5 (113). С. 26–41.
6. Орехова С. В., Азаров Д. А. Промышленный комплекс: эволюция исследовательской программы // Journal of New Economy. 2020. Т. 21, № 2. С. 5–23.
7. Курпин Р. Г., Латонова О. Б., Марьев В. А., Смирнова Т. С. Вовлечение вторичных ресурсов в экономический оборот как одно из основных направлений реализации экологической промышленной политики в Российской Федерации // Экономика устойчивого развития. 2020. № 3 (43). С. 200–206.
8. Титова Н. Ю. Условия внедрения циркулярной экономики в промышленность Российской Федерации // Территория новых возможностей. Вестник Владивосток. гос. ун-та экономики и сервиса. 2020. Т. 12, № 2. С. 29–37.
9. Гамидуллаева Л. А., Толстых Т. О., Шмелева Н. В. Методика комплексной оценки потенциала промышленной экосистемы в контексте устойчивого развития региона // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2020. № 2 (34). С. 29–48.
10. Глумов А. А. Перспективные формы сетевого взаимодействия на примере промышленного симбиоза // Экологическая безопасность в техносферном пространстве: сб. материалов II Всерос. с междунар. участием науч.-практ. конф. молодых ученых и студентов (Екатеринбург, 26 апреля 2019 г.). Екатеринбург: Изд-во РГППУ, 2019. С. 67–71.
11. Бородавкина Н. Ю. «Зеленые» особые экономические зоны vs технологизация устойчивого развития // Цифровая экономика, умные инновации

и технологии: сб. тр. Нац. (Всерос.) науч.-практ. конф. с зарубеж. участием (Санкт-Петербург, 18–20 апреля 2021 г.). СПб.: Политех-Пресс, 2021. С. 328–331.

12. Шубов Л. Я., Скобелев К. Д., Загорская Д. А. Формирование межрегионального экотехнопарка — показательный пилотный проект для достижения целей устойчивого развития экономики // Экономика устойчивого развития. 2020. № 3 (43). С. 116–122.

13. Дятлов С. А., Лобанов О. С. Формирование региональной экосистемы на основе цифровой конвергенции технологий и сервисов // Инновации. 2019. № 6 (248). С. 27–33.

14. Белых А. Л. Модели формирования промышленного симбиоза // Управление. 2023. Т. 11, № 1. С. 51–63.

References

1. Vorotnikov A. M., Lyzhin D. M., Vorotnikov N. S. *V Rossii nachinaetsya perekhod k tsirkulyarnoy ekonomike zamknutogo tsikla* [The transition to a circular, closed-cycle economy is beginning in Russia]. *Ekologicheskii press-tsentr – Ecological Press Center*. Available at: <http://ecopress.center/page4186642.html> (accessed: 29.09.2023).
2. Preobrazhenskiy B. G., Tolstykh T. O., Shmeleva N. V. *Promyshlenniy simbioz kak instrument tsirkulyarnoy ekonomiki* [Industrial symbiosis as a tool of the circular economy]. *Region: sistemy, ekonomika, upravlenie – Region: Systems, Economics, Management*, 2020, no. 4 (51), pp. 37–48.
3. Gorokhova A. E., Titova N. Yu., Chudaev E. Yu. *Model' ekosistemy obrashcheniya s otkhodami v Rossiyskoy Federatsii* [Model of the waste management ecosystem in the Russian Federation]. *Fundamental'nye issledovaniya – Fundamental Research*, 2021, no. 12, pp. 105–111.
4. Titova N. Yu. *Promyshlenniy simbioz v usloviyakh tsirkulyarnoy ekonomiki* [Industrial symbiosis in conditions of circular economy]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Ekonomika – Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Economics*, 2021, no. 4, pp. 44–50.
5. Utkina E. E. *Analiz i klassifikatsiya sposobov otsenki promyshlenno-simbioticheskikh vzaimodeystviy* [Analysis and classification of methods for assessing industrial-symbiotic interactions]. *Vestnik rossiyskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G. V. Plekhanova – Bulletin of the Russian Economic University named after G. V. Plekhanov*, 2020, vol. 17, no. 5 (113), pp. 26–41.
6. Orekhova S. V., Azarov D. A. *Promyshlenniy kompleks: evolyutsiya issledovatel'skoy programmy* [Industrial complex: evolution of the research program]. *Journal of New Economy*, 2020, vol. 21, no. 2, pp. 5–23.

7. Kuprin R. G., Latonova O. B., Mar'ev V. A., Smirnova T. S. *Vovlechenie vtorichnykh resursov v ekonomicheskiy oborot kak odno iz osnovnykh napravleniy realizatsii ekologicheskoy promyshlennoy politiki v Rossiyskoy Federatsii* [Involvement of secondary resources in economic turnover as one of the main directions of implementing the environmental industrial policy in the Russian Federation]. *Ekonomika ustoychivogo razvitiya – Economics of Sustainable Development*, 2020, no. 3 (43), pp. 200–206.
8. Titova N. Yu. *Usloviya vnedreniya tsirkulyarnoy ekonomiki v promyshlennost' Rossiyskoy Federatsii. Territoriya novykh vozmozhnostey* [Conditions for the introduction of circular economy into the industry of the Russian Federation. Territory of new opportunities]. *Vestnik Vladivostok. gos. un-ta ekonomiki i servisa – Bulletin of the Vladivostok State University of Economics and Service*, 2020, vol. 12, no. 2, pp. 29–37.
9. Gamidullaeva L. A., Tolstykh T. O., Shmeleva N. V. *Metodika kompleksnoy otsenki potentsiala promyshlennoy ekosistemy v kontekste ustoychivogo razvitiya regiona* [Methodology for comprehensive assessment of the potential of the industrial ecosystem in the context of sustainable development of the region]. *Modeli, sistemy, seti v ekonomike, tekhnike, prirode i obshchestve – Models, Systems, Networks in Economics, Technology, Nature and Society*, 2020, no. 2 (34), pp. 29–48.
10. Glumov A. A. *Perspektivnye formy setevogo vzaimodeystviya na primere promyshlennogo simbioza* [Promising forms of network interaction on the example of industrial symbiosis]. *Trudy II Vseros. s mezhdunar. uchastiem nauch.-prakt. konf. molodykh uchennykh i studentov* (Ekaterinburg, 26 aprelya 2019 g.) «*Ekologicheskaya bezopasnost' v tekhnosfernom prostranstve*» [Proceedings of the II All-Russian scientific and practical conf. young scientists and students with international participation (Ekaterinburg, April 26, 2019) “Environmental safety in the technosphere space”]. Ekaterinburg: RGPPU Publ., 2019, pp. 67–71.
11. Borodavkina N. Yu. «*Zelenye*» *osobyie ekonomicheskie zony vs tekhnologizatsiya ustoychivogo razvitiya* [“Green” special economic zones vs technologization of sustainable development]. *Trudy Nats. (Vseros.) nauch.-prakt. konf. s zarubezh. uchastiem* (Sankt-Peterburg, 18–20 aprelya 2021 g.) «*Tsifrovaya ekonomika, umnye innovatsii i tekhnologii*» [Proceedings of the National (All-Russian) scientific-practical. conf. from abroad participation (St. Petersburg, April 18–20, 2021) “Digital economy, smart innovations and technologies”]. St. Petersburg, Politekh-Press Publ., 2021, pp. 328–331.
12. Shubov L. Ya., Skobelev K. D., Zagorskaya D. A. *Formirovanie mezhregional'nogo ekotekhnoparka— pokazatel'niy pilotniy proekt dlya dostizheniya tseley ustoychivogo razvitiya ekonomiki* [Formation of an interregional eco-technopark an indicative pilot project for achieving the goals of sustainable development of the economy]. *Ekonomika ustoychivogo razvitiya – Economics of Sustainable Development*, 2020, no. 3 (43), pp. 116–122.
13. Dyatlov S. A., Lobanov O. S. *Formirovanie regional'noy ekosistemy na osnove tsifrovoy konvergentsii tekhnologiy i servisov* [Formation of a regional ecosystem based on the digital convergence of technologies and services]. *Innovatsii – Innovations*, 2019, no. 6 (248), pp. 27–33.
14. Belykh A. L. *Modeli formirovaniya promyshlennogo simbioza* [Models of the industrial symbiosis formation]. *Upravlenie – Management*, 2023, vol. 11, no. 1, pp. 51–63.