

УДК338.4

DOI: 10.17586/2310-1172-2022-15-4-129-137

Научная статья

Роль университета в управлении зонами промышленного симбиоза

Канд. экон. наук **Миронова Д.Ю.** mironova@itmo.ru

Д-р. техн. наук **Баранов И.В.** ivbaranov@itmo.ru

Шейн В.М. vmshein@itmo.ru

Университет ИТМО

197101, Россия, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49, лит. А

На сегодняшний день вопросу развития и применения концепции промышленного симбиоза в России уделяется недостаточно внимания. При этом, опыт зарубежных стран свидетельствует о целесообразности использования этой концепции как драйвера развития экономики региона, включая социально-экономическую и экологическую составляющие. Текущие механизмы взаимодействия предприятий, вузов и государства недостаточно эффективны, что, как следствие, затрудняет внедрение принципов циркулярной экономики в РФ. Цель исследования заключается в разработке новых путей кооперации организаций для инициации и реализации проектов, в основе которых лежит концепция промышленного симбиоза. В статье авторами предлагается понятие «Зоны промышленного симбиоза», согласно которому вузы станут центральным звеном в построении такой кооперации. Кроме того, одним из предлагаемых механизмов популяризации принципов экономики замкнутого цикла является разработка цифровой платформы промышленного симбиоза. В проведенном исследовании представлены два проекта в сфере топливно-энергетического комплекса, в основе которых лежит концепция экономики замкнутого цикла: в первом случае речь идет о кооперации вуза, муниципалитета и промышленных партнеров; во втором – кооперации вуза и предприятия. Полученные результаты могут способствовать устойчивому развитию регионов России.

Ключевые слова: промышленный симбиоз, циркулярная экономика, проектная деятельность, топливно-энергетический комплекс, инновации, кооперация, университет, экологический менеджмент.

Scientific article

The role of the university in the management of industrial symbiosis zones

Ph.D. **Mironova D.Yu.** mironova@itmo.ru

D.Sc. **Baranov I.V.** ivbaranov@itmo.ru

Shein V.M. vmshein@itmo.ru

ITMO University

197101, Russia, St. Petersburg, Kronverksky ave., 49, lit. A

To date, insufficient attention has been paid to the development and application of the concept of industrial symbiosis in Russia. At the same time, the experience of foreign countries demonstrates the expediency of using this concept as a driver of regional economic development, including socio-economic and environmental components. The current mechanisms of interaction between enterprises, universities and the state are not effective enough, which, consequently, makes it difficult to implement the principles of circular economy in the Russian Federation. The aim of the research is to develop new ways of cooperation between organizations to initiate and implement projects based on the concept of industrial symbiosis. The authors propose the concept of "Industrial Symbiosis Zones" according to which universities will be the central link in building such cooperation. In addition, one of the proposed mechanisms for popularizing the principles of closed-loop economy is the development of a digital platform of industrial symbiosis. The study presents two projects in the field of fuel and energy complex, based on the concept of closed-loop economy: in the first case we are talking about the cooperation of the university, municipality and industrial partners; in the

second – the cooperation of the university and enterprise. The results obtained can contribute to the sustainable development of Russian regions.

Keywords: industrial symbiosis, circular economy, project activity, fuel and energy complex, innovation, cooperation, university, environmental management.

Введение

В настоящее время существующая модель производства и потребления приводит к превышению потребления человечеством ресурсов более, чем на 50% в сравнении с тем, сколько может сгенерировать планета. Это приводит к нестабильности и росту цен на сырьевом рынке. Возможность повторного использования ресурса как материала для другого технологического процесса позволит в значительной степени снизить ущерб, наносимый окружающей среде. На основе проведенного анализа был сделан вывод о том, что мировое экономическое сообщество все чаще отмечает необходимость применения концепции промышленного симбиоза [1]. Однако в Российской Федерации предлагаемая концепция не получила широкого распространения по сравнению с европейскими странами, несмотря на высокий потенциал для обеспечения развития экономики замкнутого цикла и максимально эффективного использования сырья на промышленных предприятиях. Принятая правительством РФ стратегия развития промышленности по обработке, утилизации отходов производства и потребления на период до 2030 года, как показало время, является недостаточным фактором для реализации мер по переходу на экономику замкнутого цикла и внедрения концепции промышленного симбиоза [2].

В рамках принятых законодательных реформ ключевую роль играет вопрос о максимальном сокращении отходов, поступающих на свалки, благодаря формированию и реализации интегрированной системы управления и промышленной переработки отходов. Принятая стратегия обосновывает необходимость развития экономики замкнутого цикла в России.

Зоны промышленного симбиоза, особые экономические зоны и кластеры

На сегодняшний день широкое распространение получили особые экономические зоны (ОЭЗ), которые не учитывают возможность использования отходов соседних производств в качестве ресурсов для близлежащих партнеров. При этом, существует неоднозначное мнение по поводу эффективности ОЭЗ. В соответствии с российским законодательством данные зоны представляют собой часть территории, в рамках которой действует особый режим ведения предпринимательской деятельности и присутствует возможность применения таможенной процедуры свободной таможенной зоны [3].

Изначально при выстраивании работы в рамках ОЭЗ не ставилась задача реализации экономики замкнутого цикла. Главной задачей функционирования ОЭЗ было социально-экономическое развитие региона, в том числе: привлечение инвестиций в регион за счет локализации высокотехнологичных производств, создание новых рабочих мест и т.д. Таким образом, создание благоприятных условий для развития бизнеса позволяло муниципалитетам привлекать партнеров различного типа с целью развития региональной экономики и ускорения экономического роста территории. Однако несмотря на позитивный эффект для регионального развития от внедрения особых экономических зон, существует довольно серьезный экологический эффект, связанный с выбросами предприятий-резидентов ОЭЗ и загрязнениями окружающей среды, который сегодня остро стоит на повестке дня в России. В исследовании О.А. Синенко «Регулирование экологических аспектов в особых экономических зонах» рассматривается несколько типов зон, в которых предлагается комплексный и интегрированный экосистемный подход к экономическому развитию, при этом, особое внимание уделяется анализу и контролю окружающей среды [4].

Авторы исследования поддерживают целесообразность применения вышеуказанного подхода, и предлагают ввести понятие зоны промышленного симбиоза (ЗПС). Под зоной промышленного симбиоза будем понимать территорию, на которой происходит кооперация между различными организациями (компании, вузы, НИИ, энергетические и иные объекты государственной инфраструктуры), выстраивающими своё взаимодействие на основе принципов промышленного симбиоза. Вопрос предоставления налоговых льгот и иных преференций может быть рассмотрен на государственном уровне при осознании значимости функционирования ЗПС для конкретного региона или страны в целом.

Необходимость введения понятия зон промышленного симбиоза продиктована тем, что существующие особые экономические зоны имеют ряд недостатков, которые тормозят экономическое развитие страны и регионов. Среди основных проблем особых экономических зон следует отметить следующие:

- географическое расположение: отдаленность от крупных мегаполисов делает ОЭЗ малопривлекательными как для инвесторов, так и для работников предприятий-резидентов;

- несовершенство законодательства, выражающееся в отсутствии единой базы законодательных актов, которые бы регламентировали, например условие создания зон;
- сотрудничество промышленных предприятий, университетов, инновационных центров фактически отсутствует;
- различные сроки функционирования зональных режимов снижает привлекательность ОЭЗ как площадки для инвестирования и кооперации (продолжительность работы каждой особой экономической зоны жестко зафиксировано: 20 лет для промышленно-производственной зоны, 15 лет для технико-внедренческой зоны и др.).

Решением правительства РФ в 2007 году была создана «Концепция кластерной политики РФ», которая как раз и направлена на решение вышеперечисленных проблем и повышение эффективности особых экономических зон. Под понятием кластеры подразумевается кооперация для достижения совместных целей производственных компаний, высших учебных заведений и прочих участников. Перечислим основные отличия кластеров от особых экономических зон:

- кластерная территория не имеет законодательных ограничений; решающий фактор - экономическая целесообразность;
- льготные таможенные и налоговые режимы жестко не закреплены и не зафиксированы;
- кластеры первоначально направлены на развитие устойчивых связей и установление взаимодействия между предприятиями, участниками рынка; вопросы экспорта уходят на второй план.

Проанализировав особенности кластерной концепции, следует сделать вывод о том, что ни в кластерах, ни в особых экономических зонах вуз не рассматривается как основной источник инноваций и разработок. Кроме того, ни в одном из приведённых случаев не применяются принципы циркулярной экономики и экологического менеджмента. Предлагаем рассмотреть университет как информационный, аналитический, научно-исследовательский и инновационный хаб, который обладает передовыми знаниями и технологиями в различных областях, в том числе благодаря кооперации с другими российскими и зарубежными вузами и НИИ.

Кроме того, современный вуз занимается предиктивной аналитикой за счет проведения и изучения форсайт-исследований, а также аккумулирует у себя информацию о потребностях различных рынков в результате кооперации с индустриальными партнерами. Именно университеты являются флагманами зеленых технологий, стремясь в процессе обучения сформировать экологическую культуру студентов, привить им знания и навыки, которые при разработке новых технологий будут учитывать не только экономические факторы, но и экологические. Передовые высшие учебные заведения включают в программы обучения инженеров курсы, направленные на изучение принципов экономики замкнутого цикла, и даже открывают образовательные программы, связанные с рециклингом и промышленным симбиозом.

Таким образом, по мнению авторов данного исследования, именно вуз является центральным звеном кооперационного процесса, способным эффективно налаживать коммуникацию между различными организациями, выстраивать симбиотические цепочки и управлять кооперационными процессами. В связи с этим, трансформация ОЭЗ и кластеров в ЗПС будет иметь куда более высокую эффективность, способствуя как экономическому развитию конкретных регионов, так и экономики страны в целом. Рассмотрим функционал, который, по мнению исследователей, целесообразно возложить на вузы при реализации проекта развития ЗПС.

Проект развития зон промышленного симбиоза

Как уже отмечалось ранее, сегодня как никогда актуален вопрос взаимодействия университетов, предприятий и государства, поскольку потенциал вузов не реализуется в полной мере, а индустриальные партнеры, которые могли бы повысить свою эффективность за счет кооперации, зачастую не пользуются такой возможностью. Вузы способны стать центральным звеном в построении такой кооперации, выступив драйвером научно-исследовательской и проектной деятельности в различных областях (информационные технологии, энергетика, нанотехнологии и новые материалы, пищевые и биотехнологии и др.), стимулируя трансфер технологий в разные регионы страны и обеспечивая устойчивое развитие регионов. Наличие у университетов перспективных разработок, которые позволят предприятиям повысить их экономическую и экологическую эффективность в условиях необходимости развития отечественных технологий и политики импортозамещения, а также невысокие показатели трансфера вузовских технологий свидетельствуют о необходимости формирования новых инструментов поддержки взаимодействия государства, бизнеса и образования [5].

Проект развития зон промышленного симбиоза представляет собой модель взаимодействия бизнеса, вузов/НИИ и администраций регионов (муниципалитетов), где ключевую роль берет на себя вуз, реализуя следующие функции:

- сбор и анализ перспективных технологий, имеющихся на базе вуза/ов, формирование базы и содействие внедрению результатов исследований;

- поиск и привлечение партнеров (администрации регионов, профильных комитетов), заинтересованных в формировании зон промышленного симбиоза в различных регионах России, а также получение финансовой поддержки с целью создания/развития необходимой инфраструктуры в регионах.
- привлечение индустриальных партнеров, проведение анализа предприятий и их потребностей/возможностей с целью разработки симбиотических цепочек (построение механизмов взаимодействия различных предприятий таким образом, что отходы производства одних предприятий становились ресурсами для производства других);
- создание цифровой площадки (платформы), на которой будут визуализированы потенциальные участники проекта. В рамках платформы может быть сформирована среда для обмена передовым опытом и обучающими материалами по экономике замкнутого цикла, промышленному симбиозу, в том числе управлению отходами [6,7].

Проект охватывает два ключевых направления:

- формирование концепций и участие в реализации ЗПС в конкретных регионах;
- создание единой информационной платформы, которая позволит осуществлять кооперационные связи между заинтересованными сторонами.

Таким образом, будет решена масштабная задача, связанная с построением экономики замкнутого цикла в различных регионах страны при активном взаимодействии муниципалитетов, предприятий и вузов. При этом, высшее учебное заведение станет владельцем уникальных знаний и компетенций в сфере промышленного симбиоза, объединив вокруг себя:

- информацию о потребностях компаний в технологиях;
- знания о лучших технологических решениях (прежде всего собственные НИОКР, а также технологии и разработки партнеров);
- междисциплинарные научные группы, способные решить задачи индустриальных партнеров.

Перед вузом также встанет задача разработки симбиотических цепочек, на основании которых будут создаваться зоны промышленного симбиоза, благодаря которым компании смогут повысить свою экономическую и экологическую эффективность, а университеты внедрить имеющиеся перспективные технологии в реальный сектор экономики. Государство же получит эффективно работающую связку «наука-бизнес». Реализация данного проекта может способствовать привлечению как грантового, так и частного финансирования в вуз для осуществления НИОКР и коммерциализации готовых технологий.

Создание платформы промышленного симбиоза — необходимый элемент в вопросе повышения осведомленности предприятий РФ из различных отраслей и дружественных стран о концепции промышленного симбиоза и объединении различных участников процесса (как производителей, так и поставщиков отходов и различных ресурсов, а также потребителей и производителей новых технологий) [8]. Благодаря анализу ресурсов и отходов предприятий на платформе будет достигнуто понимание того, как наиболее эффективно управлять отходами/производственными ресурсами в режиме реального времени [9]. Реализация цифровой платформы позволит университетам разместить на ней перечень проводимых НИОКР, а также готовых к внедрению технологий с целью их дальнейшей коммерциализации в рамках межфирменной кооперации.

Применение концепции промышленного симбиоза на объектах топливно-энергетического комплекса

Ключевым аспектом при создании зоны промышленного симбиоза является необходимость её локализации в непосредственной близости от объектов топливно-энергетического комплекса (ТЭК). Одним из примеров применения концепции промышленного симбиоза является проект устойчивого развития Псковской области на территории, прилегающей к Псковской ГРЭС. Предполагается запуск энергоёмких производств за счёт доступа к дешёвой энергии и создания инфраструктуры, необходимой для успешного функционирования предприятий-резидентов. В рамках проекта были привлечены якорные партнеры, готовые локализовать бизнес в Псковской области, а также логистические и финансовые партнеры. Кроме того, была получена административная поддержка проекта: так, между губернатором Псковской области и ректором Университета ИТМО было подписано соглашение о сотрудничестве.

Помимо этого, проект обсуждался на различных форумах и мероприятиях: Международный экономический форум, Экология большого города, рабочие группы с Агентством стратегических инициатив и др. и стал частью масштабной программы «Создание экосистемы промышленного симбиоза в России через развитие центров промышленного симбиоза», поддержанной Национальной технологической инициативой EcoNet.

В продолжении исследования проблемы кооперации вузов и предприятий, авторами была разработана схема механизма взаимодействия компании с вузом, в которой реализуются принципы экономики замкнутого

цикла (рис. 1). Представленная схема является составной частью процесса формирования зон промышленного симбиоза.



Рис. 1 Механизм кооперации вуза и компании

У промышленных предприятий возникают различные задачи, которые зачастую требуют поиска новых нетривиальных подходов. Для поиска оптимальных вариантов решений задач зачастую компании обращаются в ведущие университеты [10]. Высшие учебные заведения, проведя первичный анализ поставленной индустриальным партнером задачи, имеют два инструмента ее решения:

- анализ (оценка) российских и международных технологических решений;
- мониторинг уже разработанных научными коллективами вуза технологий и инноваций.

Соответственно, проведя уже комплексный анализ потенциальных решений и их верификацию, вуз может представить решение проблемы, которое в полной мере удовлетворит потребности предприятия. Для более четкого понимания, как эта схема работает на практике, приведем пример реального запроса предприятия, с которым столкнулся научный коллектив одного из вузов РФ [11].

Ведущее нефтедобывающее предприятие региона, занимающееся добычей, транспортировкой и продажей нефти, столкнулось с проблемой утилизации продуктов ее переработки – попутного нефтяного газа. В соответствии с энергетической стратегией Российской Федерации до 2035 года планируется эффективно использоваться порядка 95 % извлекаемого попутного нефтяного газа. Под попутным нефтяным газом (ПНГ) будем понимать разновидность природного газа, растворенного в нефти или находящегося в «шапках» нефтяных и газоконденсатных месторождений [12]. По разным оценкам, в одной тонне нефти может содержаться от одного-двух до нескольких тысяч кубометров ПНГ, которые могут быть эффективно использованы нефтяными компаниями. Поскольку нефтедобывающие вышки находятся зачастую на значительном удалении от систем энергоснабжения (электро- и теплоснабжения), а обеспечение вахтовых поселков для рабочих осуществляется в основном путем сжигания традиционных видов топлив, то перед нефтедобывающими компаниями встает также задача повышения эффективности систем энергоснабжения вахтовых поселков и производственных помещений [13]. Поставленные задачи по утилизации и повышению энергетической эффективности были направлены в одно из высших учебных заведений региона, в профильное подразделение, занимающееся фундаментальными проблемами теплофизики, теплотехники и промышленной теплоэнергетики. В соответствии с проведенным первичным анализом были найдены различные пути решения вышеизложенных задач.

Утилизировать ПНГ можно следующим образом:

- закачка в недра;
- переработка на специализированных заводах для получения топлива (ежегодная переработка всех объемов попутного нефтяного дает возможность получать по приблизительным оценкам около 6 млн. тонн жидкого углеводородного топлива) [14];
- выработка электрической энергии на нефтепромыслах.

Таким образом, оптимальным вариантом, который бы мог решить сразу две проблемы – энергообеспечение и утилизацию, является вариант с использованием ПНГ для нужд тепло- и энергоснабжения. Перед научными коллективами была поставлена задача по созданию высокоэффективной системы энергообеспечения на основе попутного нефтяного газа.

Отметим, что попутный нефтяной газ, в отличие от природного, в своем составе имеет несколько тяжелых углеводородных компонентов, дающих рост теплоты сгорания, а также другие примеси: сероводород, углекислый газ и т.д. [15,16,17]. Предложенная высокоэффективная система энергоснабжения на основе создания котла-утилизатора новой конструкции позволяет решить следующий перечень задач:

- повышение эффективности переработки ПНГ;
- тепло- и электроснабжение из отходов производства (стоимость электрической энергии, выработанной данной системой, в сравнении с сетевыми тарифами, будет ниже на 50%).

На сегодняшний день мировое экспертное сообщество сходится во мнении, что решение вопроса утилизации попутного нефтяного газа помимо экологической и ресурсосберегающей составляющей также и прибыльный бизнес-проект. По приблизительным оценкам прибыль от эффективной утилизации ПНГ для предприятий нефтегазового комплекса может составить порядка 11–14 млрд. долларов в годовом выражении [18].

Созданную систему энергоснабжения можно сделать еще более эффективной. Учеными Университета ИТМО разрабатывается система энергоснабжения на основе низкотемпературных инфракрасных излучателей, способных экономить около 52% тепловой энергии за счет повышения эффективности процессов радиационного отопления [19]. Система инфракрасного обогрева помещений набирает все большую популярность на рынке энергетических систем. Предлагаемая система не нагревает воздух, держа его на отметке +18 градусов, при этом для находящихся в помещении сотрудников создаются условия теплового комфорта. Расчетным путем была определена эффективная конструкция инфракрасного излучателя, необходимые расстояния (от стены до излучателя и между излучателями), а также применено высокоэффективное покрытие, позволяющее достигать больших значений теплоотдачи от нагревателя в помещении.

Таким образом, приведенный пример можно представить в виде рисунка (рис. 2), на котором изображена схема кооперации вуза и предприятия, а также рассмотрена возможность использования отходов предприятия в качестве энергетических ресурсов.



Рис. 2. Схема промышленного симбиоза на предприятиях нефтегазового комплекса.

Тем самым, расширение межфирменной и межвузовской кооперации, реализуемой в рамках концепции циркулярной экономики, приводит к появлению новых технологических решений.

Выводы

В проведенном исследовании выявлена значительная роль вузов в формировании и развитии зон промышленного симбиоза. В статье предложено авторское определение зоны промышленного симбиоза, которое подразумевает взаимодействие различных организаций на конкретной территории с целью взаимовыгодной кооперации по принципу экономики замкнутого цикла. Необходимость трансформации особых экономических зон в зоны промышленного симбиоза – это одно из направлений исследований, которое затронуто в данной статье. Также отмечается важность разработки цифровой платформы промышленного симбиоза, которая могла бы объединить представителей предприятий, университетов, НИИ, органов государственной власти для повышения эффективности управления отходами/производственными ресурсами в режиме реального времени, а также повысить осведомленность участников платформы о преимуществах циркулярной экономики.

В работе приведен пример применения принципов экономики замкнутого цикла различными структурами, заинтересованными в разработке концепции и создании эффективного центра/зоны промышленного симбиоза в Псковской области, а также пример проекта эффективной кооперации компании и университета, где вуз стал инициатором применения концепции промышленного симбиоза в сфере нефтегазового комплекса.

Экономика замкнутого цикла повышает конкурентоспособность предприятий и вузов, задействованных в этом цикле, что, в свою очередь, приводит к следующим результатам:

- эффективному использованию ресурсов (в т.ч. энергетических);
- созданию новых бизнес-проектов, в основе которых лежит продажа вторичных ресурсов, отходов производственных процессов и инноваций по их эффективному использованию или утилизации;
- приоритету отечественных материалов;
- повышению экологичности предприятий;
- укреплению связей индустрии и университетов.

Рассматриваемый в данной научной статье комплексный стратегический инфраструктурный проект разработки зоны промышленного симбиоза в Псковской области может стать одним из примеров построения оптимальной модели взаимодействия между бизнесом, университетом и администрацией региона. В случае успешной реализации данного проекта в Псковском регионе, можно будет рассмотреть возможность дальнейшей популяризации и тиражирования опыта создания зон промышленного симбиоза по всей России. При этом, уже сейчас очевидно, что концепция экономики замкнутого цикла является одним из самых эффективных способов устойчивого развития.

Литература

1. *Глумов А.А.* Перспективные формы сетевого взаимодействия на примере промышленного симбиоза // Экологическая безопасность в техносферном пространстве: сборник материалов Второй Всероссийской с международным участием научно-практической конференции молодых ученых и студентов, Екатеринбург, 26 апреля 2019 года. – Екатеринбург: Российский государственный профессионально педагогический университет, 2019. – С. 81-84.
2. Распоряжение Правительства РФ от 25.01.2018 №84-р об утверждении «Стратегии развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года»
3. Федеральный закон "Об особых экономических зонах в Российской Федерации" от 22.07.2005 N 116-ФЗ (последняя редакция) 22 июля 2005 года N 116-ФЗ. Режим доступа:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_54599/b819c620a8c698de35861ad4c9d9696ee0c3ee7a/ (дата обращения 11.10.2022)
4. *Синенко О.А.* Регулирование экологических аспектов в особых экономических зонах. // Экологическая экономика. 2018.
5. *Chertow M.* Quantifying Economic and Environmental Benefits of Co-Located Firms / Marian R. Chertow and D Rachel Lombardi // *Environmental Science & Technology*. 2005. Vol.39, No 17 – P. 6535–6541.
6. *Chertow, M.* «Uncovering» Industrial Symbiosis // *Journal of Industrial Ecology*. 2007. Vol. 11, № 1. P. 11–130.(дата обращения 18.10.2022)
7. *Шадрина Е.В., Кашин Д.В.* Циркулярные закупки в России. Данные исследования закупок 2019 г. // Госзаказ: управление, размещение, обеспечение – 2020/21 – №62 – С. 50-57. (дата обращения 18.10.2022)
8. *Сафрыгин М.Ю.* Промышленный симбиоз как инструмент межотраслевого взаимодействия / М.Ю. Сафрыгин, науч. рук. Н. В. Козлова // Экономика России в XXI веке: сборник научных трудов XI Международной научно-практической конференции "Экономические науки и прикладные исследования:

- фундаментальные проблемы модернизации экономики России", посвященной 110-летию экономического образования в Томском политехническом университете, г. Томск, 18-22 ноября 2014 г.: в 2 т. – Томск: Издво ТПУ, 2014. Т. 1. С. 268-270.(дата обращения 29.10.2022)
9. *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(49). С. 129-141.
 10. Industrial Symbiosis for Regional Sustainable Growth and a Resource Efficient Circular Economy – SYMBI Interreg Europe – Режим доступа: <https://www.interregeurope.eu/symbi/> (дата обращения 15.11.2022).
 11. Resource-oriented solutions for wastewater treatment based on a circular economy approach [Электронный ресурс]. – URL: <https://water2return.eu/the-project/> (дата обращения 20.10.2022).
 12. *Муллахметова Л.И., Черкасова Е.И.* Попутный нефтяной газ: подготовка, транспортировка и переработка // Вестник Казанского технологического университета. 2015. №19. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/poputnyu-neftyanoy-gaz-podgotovka-transportirovka-i-pererabotka>
 13. *Кутепова Е. А.* Проблемы и перспективы использования ПНГ в России: ежегодный обзор. Вып. 3. М.: WWF-России, КПМГ, 2011. 43 с
 14. *Савенюк О. В.* Разработка принципов, методов и технологий ресурсосбережения для нефтедобычи с учётом комплекса факторов. М.: Горная книга, 2013. 64 с.
 15. *Тетельмин В. В., Язев В. А.* Попутный нефтяной газ. Технологии добычи, стратегии использования. М.: ИД Интеллект, 2013. 208 с. (дата обращения 16.11.2022)
 16. Марки металлов [Электронный ресурс]. URL: http://metallicheckiportal.ru/marki_metallov/stk/09G2S (дата обращения 11.11.2022)
 17. *Шеин В. М.* Применение попутного нефтяного газа в тепло и электроэнергетике, как способ его утилизации / В. М. Шеин, Н. П. Краснова // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной памяти профессора Данилова Н. И. (1945–2015) – Даниловских чтений (Екатеринбург, 11–15 декабря 2017 г.). – Екатеринбург: УрФУ, 2017. С. 651-656. (дата обращения 09.11.2022)
 18. *Шеин, В.М.* Использование инновационных технологий, как решение энергетических проблем национальной экономики / В. М. Шеин, Н. И. Краскова // Актуальные проблемы и тенденции развития современной экономики: Материалы международной научно-практической конференции, Самара, 11–12 декабря 2018 года. Том 1. – Самара: Самарский государственный технический университет, 2018. – С. 505-508. – EDNNIGJIS. (дата обращения 19.11.2022)
 19. *Шеин В.М.* Особенности применения низкотемпературных инфракрасных излучателей в системах отопления зданий / В. М. Шеин // Альманах научных работ молодых ученых Университета ИТМО : Материалы Пятьдесят первой (LI) научной и учебно-методической конференции Университета ИТМО, Санкт-Петербург, 02–05 февраля 2022 года. Том 1. – Санкт-Петербург: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский университет ИТМО", 2022. – С. 280-284. – EDN UASBZX.(дата обращения 19.11.2022)

Reference

1. Glumov A.A. Prospective forms of network interaction on the example of industrial symbiosis / A.A. Glumov // Environmental safety in the technosphere space: Proceedings of the Second All-Russian with international participation scientific and practical conference of young scientists and students, Ekaterinburg, April 26, 2019. - Yekaterinburg: Russian State Pedagogical University, 2019. - С. 81-84. (date of reference 14.10.2022)
2. Decree of the Government of the Russian Federation of 25.01.2018 № 84-r on the approval of the "Strategy for the development of the industry for processing, utilization and disposal of production and consumption waste for the period up to 2030".
3. Federal Law "On Special Economic Zones in the Russian Federation" of 22.07.2005 N 116-FZ (last edition) July 22, 2005. Режим доступа:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_54599/b819c620a8c698de35861ad4c9d9696ee0c3ee7a/ (дата обращения 11.10.2022)
4. Sinenko O. A. Regulation of ecological aspects in special economic zones. //Environmental Economics. 2018. Mode of access: <file:///C:/Users/MC/Downloads/336-738-2-PB.pdf> (access date 11.10.2022)
5. Chertow M. Quantifying Economic and Environmental Benefits of Co-Located Firms / Marian R. Chertow and D Rachel Lombardi // *Environmental Science & Technology*. -2005.-Vol.39, No 17 - P. 6535-6541. (accessed 14.10.2022).

6. Chertow, M. "Uncovering" Industrial Symbiosis // *Journal of Industrial Ecology*. 2007. Vol. 11, № 1. P. 11-130. (accessed on 18.10.2022)
7. Shadrina E.V., Kashin D.V. Circular Procurement in Russia. Procurement research data 2019 // *Goszakaz: management, placement, provision - 2020/21 - No. 62 - P. 50-57*. (circulation date 18.10.2022)
8. Safrygin M.Y. Industrial symbiosis as a tool of inter-industry interaction / M. Y. Safrygin, N.V. Kozlova; scientific supervisor. N. V. Kozlova // *Russian economy in XXI century: collection of scientific papers of XI International scientific-practical conference "Economic science and applied research: fundamental problems of Russian economy modernization"*, dedicated to the 110th anniversary of economic education in Tomsk Polytechnic University, Tomsk, November 18-22, 2014. in 2 vols. - Tomsk : TPU Press, 2014. T. 1. C. 268-270. (accessed 29.10.2022)
9. 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 for implementation in Russia on the example of the Pskov region // *Scientific journal NRU ITMO. Series: Economics and Environmental Management*. 2022. No. 2(49). pp. 129-141
10. Industrial Symbiosis for Regional Sustainable Growth and a Resource Efficient Circular Economy - SYMBI Interreg Europe - Access mode: <https://www.interregeurope.eu/symbi/> (accessed 15.11.2022).
11. Resource-oriented solutions for wastewater treatment based on the circular economy approach. - URL: <https://water2return.eu/the-project/> (date of reference: 20.10.2022).
12. Mullakhmetova L.I., Cherkasova E.I. Associated petroleum gas: preparation, transportation and processing // *Bulletin of Kazan Technological University*. 2015. №19. [Electronic resource]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/poputnyy-neftyanyoy-gaz-podgotovka-transportirovka-i-pererabotka> (date of reference 11.11.2022).
13. Kutepova E.A. Problems and prospects of APG use in Russia: an annual review. Moscow: WWF-Russia, KPMG, 2011. 43 с. (accessed 15.11.2022).
14. Savenyuk O. V. Development of principles, methods and technologies of resource conservation for oil production, taking into account a set of factors. Moscow: Mountain Book, 2013. 64 с. (circulation date 16.11.2022)
15. Tetelmin V.V., Yazev V.A. Associated petroleum gas. Production technologies, utilization strategies. Moscow: Intellect Publishing House, 2013. 208 с. (circulation date 16.11.2022)
16. Metal grades [Electronic resource]. URL:http://metallischekiyportal.ru/marki_metallov/stk/09G2S (accessed 11.11.2022)
17. Shein V. M. Application of associated petroleum gas in heat and electricity as a way of its utilization / V. M. Shein, N. P. Krasnova // *Energy and Resources Saving. Energosberezhenie. Unconventional and renewable energy sources: materials of the International scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists devoted to the memory of Professor Danilov N. I. (1945-2015) - Danilovsky readings* (Ekaterinburg, December 11-15, 2017). - Yekaterinburg: UrFU, 2017. - C. 651-656. (Date of reference 09.11.2022).
18. Shein V. M. The use of innovative technologies as a solution to energy problems of the national economy / V. M. Shein, N. I. Kraskova // *Actual problems and trends of modern economy: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Samara, December 11-12, 2018. Vol. 1.* - Samara: Samara State Technical University, 2018. - C. 505-508. - EDN NIGJIS. (date of reference 19.11.2022)
19. Shein V. M. Features of low-temperature infrared emitters application in heating systems of buildings / V. Shein // *Almanac of scientific works of young scientists of ITMO University: Materials of the Fifty-first (LI) scientific and educational conference of ITMO University, St. Petersburg, February 02-05, 2022. Vol. 1.* - Saint-Petersburg: Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education National Research University ITMO, 2022. - C. 280-284. - EDN UASBZX. (dateofreference 19.11.2022).