

РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА И МЕХАНИЗМЫ ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ

УДК 332.146.2

ПРОМЫШЛЕННЫЙ СИМБИОЗ КАК ИНСТРУМЕНТ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ

Коды JEL: R11, R15, F63, P28, Q01

Преображенский Б. Г., доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики, финансов и менеджмента, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (филиал РАНХиГС), г. Воронеж, Россия

E-mail: b.preb@bk.ru

SPIN-код: 6900-7243

Толстых Т. О., доктор экономических наук, профессор, кафедра промышленного менеджмента, Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва, Россия

Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова, г. Москва, Россия

E-mail: tt400@mail.ru

SPIN-код: 1534-4113

Шмелева Н. В., кандидат экономических наук, доцент, кафедра экономики, институт ЭУПП, Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва, Россия

E-mail: nshmeleva@misis.ru

SPIN-код: 3815-6655

Аннотация

Предмет. Построение системы безотходного производства на основе моделей промышленных симбиозов.

Тема. Теоретические подходы к построению промышленных симбиозов, обеспечивающих циркулярность ресурсов, и анализ успешных мировых практик в данной области.

Цели. Рассмотреть теоретические и практические аспекты формирования региональных промышленных симбиозов. Проанализировать промышленные системы, их объединения, практики реализации циркулярности на территории России и ЕС.

Методология. Концептуальное представление промышленных симбиозов как органических систем, способных к самоорганизации и саморазвитию, системный подход, концепции устойчивого развития и промышленной экологии.

Результаты. Выявлены особенности и принципы создания промышленных симбиозов. Данная работа вносит существенный вклад в развитие направлений научной мысли, посвященных проблемам эколого-социально-экономического развития регионов в контексте изучения способов и инструментов циркулярной экономики. В практическом аспекте реализация модели промышленного симбиоза даст возможность органам власти и управления идентифицировать новый формат взаимодействия промышленных предприятий на основе совместного потребления ресурсов и рециклинга отходов производства. Симбиоз промышленных акторов позволяет получать как экономические, так экологические и социальные преимущества без участия внешнего инвестирования.

Область применения. Область стратегического управления в промышленных системах.

Выводы. В современных условиях, характеризующихся нестабильностью и кризисами, важнейшее значение приобретает интеграция и партнерское взаимодействие раз-

личных промышленных систем для достижения целей и принципов устойчивого развития и построения систем безотходного производства. Эффект от такой интеграции проявляется в случае, когда технологии стимулируют передачу знаний в бизнес-среде, а также ведут к повышению производительности по всей цепочке создания добавленной стоимости, к устойчивому развитию каждого из участников промышленного симбиоза и, как результат, к достижению отраслевых и государственных стратегических целей.

Ключевые слова: циркулярная экономика, устойчивое развитие, промышленный симбиоз, метаболизм, модели формирования промышленного симбиоза.

UDK 332.146.2

THE INDUSTRIAL SYMBIOSIS AS A TOOL OF CIRCULAR ECONOMY

JEL Codes: R11, R15, F63, P28, Q01

Preobrazhensky B. G., Doctor of economics, Professor, head of the department of economics finance and management, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (branch of RANEPА), Voronezh, Russia

E-mail: b.preb@bk.ru

SPIN-code: 6900-7243

Tolstykh T. O., Doctor of economics, Professor, Department of Industrial Management, National University of Science & Technology "MISIS", Moscow, Russia.

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia.

E-mail: tt400@mail.ru

SPIN-code: 1534-4113

Shmeleva N. V., associated professor, Department of Economics, National University of Science & Technology "MISIS", Moscow, Russia.

E-mail: nshmeleva@isis.ru

SPIN-code: 3815-6655

Abstract

Subject. Building a waste-free production system based on industrial symbiosis models.

Topic. Theoretical approaches of constructing the industrial symbiosis, providing a circularity of resources, and the analysis of successful international practices in this field.

Purpose. To consider the theoretical and practical aspects of the regional industrial symbioses' formation. To analyze industrial symbiotic associations that are at different stages of their development and operate on the territory of Russia and the EU.

Methodology. Conceptual representation of industrial symbioses as organic systems capable of providing self-organization and self-development, system approach, concepts of sustainable development and industrial ecology.

Results. The features and principles of creating industrial symbioses are revealed. This work makes a significant contribution to the development of areas of scientific thought devoted to the problems of ecological, socio-economic development of regions in the context of studying the methods and tools of the circular economy. In practical terms, the implementation of the industrial symbiosis model will enable authorities and management to identify a new format of interaction between industrial enterprises based on joint resource consumption and recycling of industrial waste. The symbiosis of industrial actors allows you to get both economic, environmental and social benefits without the participation of external investment.

Application area. The field of strategic management in industrial systems.

Conclusions. In modern conditions characterized by instability and crises, integration and partnership of various industrial systems is of crucial importance in order to achieve the goals

and principles of sustainable development and build waste-free production systems. The effect of such integration is shown when technologies stimulate the transfer of knowledge in the business environment, as well as lead to increased productivity along the entire value chain, to the sustainable development of each of the participants in the industrial symbiosis, and, as a result, to the achievement of industry and government strategic goals.

Keywords: circular economy, sustainable development, industrial symbiosis, metabolism, models of industrial symbiosis formation.

DOI: 10.22394/1997-4469-2020-51-4-37-48

Введение

Всемирный экономический форум в Давосе в 2016 г. констатировал наступление IV промышленной революции и необходимость перехода к новым экономическим моделям [1, 2]. Это вызывает необходимость в серьезной модернизации региональной политики и поиске новых моделей устойчивого территориального развития. Данная проблема особенно актуальна для такой территориально-протяженной страны как Россия, где регионы характеризуются высокой степенью различий и по уровню своего развития, и по отраслевой специализации.

Одним из важнейших мировых трендов, безусловно, является устойчивость развития социально-экономических систем, которую Международная комиссия ООН по окружающей среде и развитию еще в 1987 г. определила как сбалансированное триединство экономической, социальной и экологической составляющих. Экосистемный кризис, обусловленный таким мировым вызовом как пандемия, еще больше актуализировал данную повестку. Одним из механизмов реализации, сбалансированных экономических и экологических целей промышленных авторов является формирование промышленных симбиозов на основе циркулярности. Модели промышленного симбиоза построены на принципах взаимовыгодного партнерства, когда синергический эффект достигается за счет обмена и совместного использования ресурсов, инновационных технологий, знаний, компетенций.

Современным трендом в оценке экономических процессов является циркулярность. Под циркулярностью экономики понимается интенсивное и безотходное использование ресурсов и энергии в замкнутом процессе производства и потребления или возвращением ресурсов в окружающую среду без

вреда для нее. С доиндустриальных времен экономика работала по линейному принципу «взять — произвести — использовать — выбросить» (рис. 1). Совокупные потребности всех производств были меньше количества доступных ресурсов, поэтому хватало на всех. Однако в период постиндустриальной революции ситуация резко изменилась. В качестве приоритетных направлений развития до 2050 Евросоюз назвал переход к циклической экономике [3]. Циклические модели, используемые отдельными промышленными предприятиями, должны стать стандартной практикой для всех участников экономических систем. Для этого Европейская Комиссия приняла ряд документов, содержащих план действий, согласно которому в течение следующего десятилетия промышленность удвоит повторное использование материалов в производственных циклах. В частности, это «План действий по циклической экономике» (Circular Economy Action Plan, 2020) [4, 5], который определяет все ключевые направления и ссылается на ряд уточняющих и детализирующих документов с первоочередными мерами изменений для наиболее ресурсоемких отраслей.

Одной из наиболее обсуждаемых сейчас организационно-экономических моделей эффективного будущего является модель промышленного симбиоза [6]. Основная идея промышленного симбиоза хорошо отражена в английской пословице «One man's trash is another man's treasure» — «что для одного — мусор, для другого — сокровище».

Миллиарды лет назад симбиоз биологических существ сделал возможным появление многоклеточных организмов со сложными и совершенными системами метаболизма веществ и энергии. Это стало поворотным моментом в эволюции видов. Аналогичный принцип симбиоза, ко-

торый только начинает распространяться глобальной экономикой, также способен принципиально изменить промышленность мира людей. Поскольку индустриальным предприятиям, как и живым существам, присущ метаболизм. Они потребляют для функционирования и роста энергию и питательные вещества в виде полезных ископаемых: металлические руды и углево-

дороды, биомассу и минералы, и подобно организмам выделяют результаты своей жизнедеятельности — продукцию и отходы [7]. В промышленном симбиозе генерируемые промышленным процессом избыточные ресурсы не уничтожаются, а используются в других процессах другими компаниями. Таким образом, в промышленном симбиозе ничто не тратится впустую.

Наша сегодняшняя система...

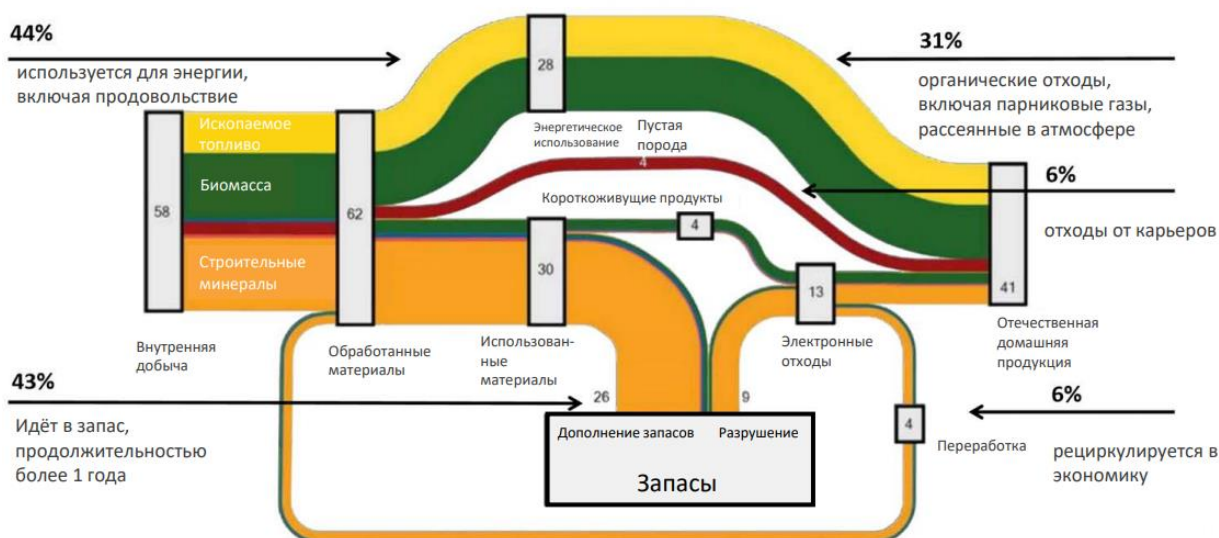


Рис. 1. Модель линейной экономики

Источник: Martin, M. (2019) Industrial symbiosis networks: Application of circular economy for resource efficiency. Handbook of the Circular Economy, UK

Использованием этого принципа в построении территориальной экосистемы достигается экономическая синергия, или «промышленный симбиоз». Синергия является основным механизмом «трансфера» для промышленного симбиоза, обеспечивая кросс-отраслевой обмен ресурсами, знаниями и инновациями.

Концептуализация понятия «промышленный симбиоз»

Концептуальными основами Industrial symbiosis (IS) («промышленный симбиоз») являются теории циркулярной экономики, устойчивого развития и промышленной экологии. Рассмотрим эволюцию развития данных теорий и подходов.

В 1983 году Всемирная комиссия по окружающей среде и развитию (WCED)

ООН дала определение устойчивого развития как «процесс экономических и социальных изменений, при котором природные ресурсы, направление инвестиций, ориентация научно-технического прогресса, развитие личности и институциональные изменения согласованы друг с другом и укрепляют текущий и будущий потенциал для удовлетворения человеческих потребностей и устремлений» [8]. Эксперты Всемирного банка определили устойчивое развитие «как процесс управления совокупностью (портфелем) активов, направленный на сохранение и расширение возможностей, имеющих у людей». [9]. В данном контексте под активами понимается не только физический капитал, но и природный, и человеческий капитал [10]. Исследователь Герман Дэйли сформулировал понятие «экономи-

ки устойчивого состояния» как экономики с относительно стабильными показателями численности населения и уровня потребления, размер которых не превышает некую способность экосистемы [11].

Современные подходы к развитию региона или территории рассматриваются, как правило, с позиции повышения качества жизни населения. При этом «процессы текущего жизнеобеспечения, обслуживания и восстановления инфраструктуры к процессам развития не относятся» [12]. Если понимать под развитием переход из одного качественного состояния в другое, то интересна позиция М. С. Мельникова, предлагающего определять развитие как «улучшение благосостояния местного сообщества на основе формирования институциональных условий устойчивого социального и самодостаточного экономического развития муниципального образования, способствующее удовлетворению личных интересов каждого жителя» [13]. Можно согласиться с данным определением в формате цели местного развития — повышения благосостояния местного сообщества.

В работе под устойчивым развитием территории будем понимать процесс развития потенциала (емкостного) муниципального образования за счет формирования совокупного капитала (природного, человеческого, финансового и производственного), создаваемого различными видами экосистем, функционирующих на данной территории.

Региональное развитие в современном контексте находится на критическом этапе. Многочисленные кризисы и внешние шоки (финансовые, энергетические, продовольственные, эпидемиологические) требуют пересмотра существующих подходов в сторону усиления акцентов на сферах занятости, социального прогресса, качества жизни и улучшения экологии. Таким образом, устойчивость развития региона — это процесс, предлагаемый для улучшения качества жизни людей в рамках ограничений глобальной окружающей среды [14, 34—36].

Понятия устойчивого развития и циркулярной экономики во многом идентичны: оба понятия глобальны по своей природе, подчеркивают важность интеграции экологических и социальных аспектов с экономи-

ческим прогрессом. Одним из решений ЦУР ООН (№ 12 — рациональное потребление и производство) является переход к циркулярной экономике [15]. Циркулярность в экономике обеспечивается восстановительным и замкнутым характером [16]. Это система производства и потребления при максимальной эффективности использования ресурсов, нулевом образовании отходов и минимизации воздействия внешних негативных эффектов (экстерналий) на окружающую среду. Инструментами обеспечения циркулярности в экономике являются модели экономики замкнутого цикла, описывающие повторное использование, восстановление и выход на рынок потребительских и промышленных товаров. Использование таких инструментов основано на принципе реализации оставшихся в ходе производства ресурсов и производственных отходов в качестве сырья для предприятий в другой отрасли. Концепция Industrial symbiosis (IS) («промышленный симбиоз») «вовлекает традиционно отдельные отрасли в коллективный подход к созданию конкурентных преимуществ, включая физический обмен материалами, энергией, водой и/или побочными продуктами» [17].

В [18, 19] авторы определяют промышленный симбиоз как требующую минимум трех отдельных организаций, обменивающихся, по крайней мере, двумя различными ресурсами. Это определение значительно отличается в том смысле, что оно не признает односторонний линейный обмен в качестве промышленного симбиоза. Промышленный симбиоз — это один из аспектов промышленной экологии (Industry Ecology, IE), предлагающей иной порядок обмена материалами и энергией, чем это было принято в индустриальном мире. Промышленная экология является относительно новой областью, основанной на естественной парадигме, утверждающей, что промышленная экосистема может вести себя аналогично природной экосистеме, в которой все перерабатывается.

Концепция «промышленной экологии» определяется в [20, 21] как «подход к разработке промышленных продуктов и процессов, предполагающий двойную оценку с точки зрения конкурентоспособности продукта и его экологичности». Подход IE имеет некоторые специализированные ин-

струменты и методики, которые можно использовать в управлении отходами, особенно с развитием эко-промышленных парков в рамках промышленного симбиоза [22]. Эко-промышленный парк представляет собой сеть компаний, которые сотрудничают друг с другом с целью улучшить экономические и экологические показатели для минимизации использования энергии и сырья путем планомерного обмена материалами и энергией [23]. Сеть физических процессов и взаимоотношений между компаниями, которая позволяет превращать сырье и энергию в готовые продукты и отходы, известна как «промышленный метаболизм».

Промышленный метаболизм так же, как и биологические системы основан на использовании побочных продуктов, в результате которого формируются замкнутые циклические системы, производящие минимальные отходы и потребляющие меньше природных ресурсов и энергии. Выделяется пять разновидностей промышленного симбиоза [24—26].

1. Обмен отходами: материалы продаются или передаются безвозмездно для переработки другой фирме.

2. Обмен материальными ресурсами внутри одного объекта, но между разными процессами.

3. Коллаборация предприятий внутри одной отрасли по обмену материалами и ресурсами.

4. Кросс-отраслевое взаимодействие на территории крупного региона.

5. Межрегиональные потоки ресурсов.

Промышленный симбиоз объединяет различные организации в сети, чтобы способствовать эко-инновациям. Модель промышленного симбиоза позволяет гармонично выстраивать отношения между бизнесом, обществом, властью и отдельными людьми, синхронизируя потребности и возможности друг друга.

Первопроходцем в области промышленных симбиозов является британская компания International Synergies, которая в 2005 году разработала программу NISP (National Industrial Symbiosis Programme) [27]. За семь лет к программе присоединилось более 15 000 компаний. Общий объем их совместных продаж превысил 1,7 млрд евро, расходы сократились более чем на 1,2 млрд евро, выбросы парниковых газов — на 39 млн т, а количество переработанных составило 45 млн т. В 2011 г. Организация Экономического Сотрудничества и Развития назвала предложенный программой промышленный симбиоз «системной инновацией, жизненно важной для будущего зеленого роста». На основании британского опыта International Synergies скорректировала программу и теперь программа NISP может быть реализована в любой стране мира (табл.).

В основу всех проектов International Synergies положена модель государственно-частного партнерства, где государство инвестирует, а частный сектор стимулирует вовлечение компаний. Промышленный симбиоз дает возможность получить большие экономические, экологические и социальные преимущества [28].

Таблица

Промышленные симбиозы по континентам

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

Рассмотрим в деталях наиболее успешный мировой опыт функционирования промышленных симбиозов.

1. Промышленный симбиоз Калуннборг — энергетическая симбиотическая цепочка (рис. 2). Основным участником симбиоза является электростанция Аснес (Asnæsværket), имеющая избыточные мощности пара в рамках производства электроэнергии. Аснес транспортирует пар другим промышленным предприятиям Калунн-

борга [29—30]. На нефтеперерабатывающем заводе Statoil данный ресурс используется для нагрева сырого масла. Предприятия Novozymes и Novo Nordisk используют пар для очистки и стерилизации. Со временем этот ресурс для промышленного симбиоза в Калуннборге стал основным продуктом, а электричество — побочным. Этот пример доказывает, что промышленные симбиозы со временем могут продвигать новые бизнес-модели.

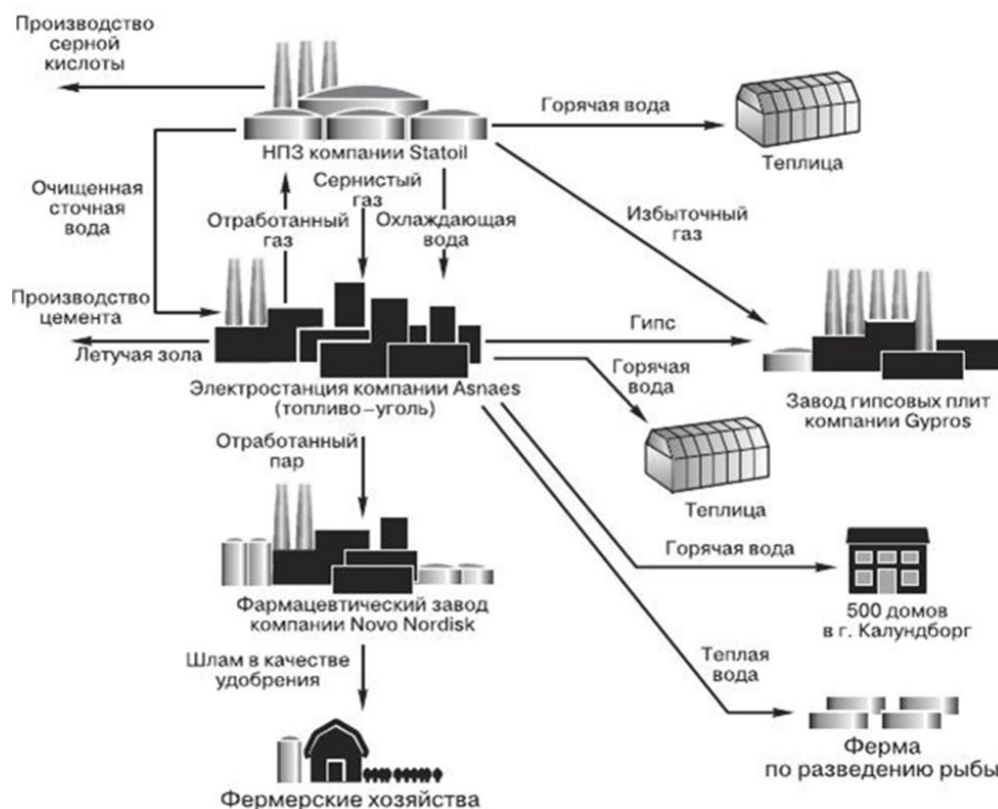


Рис. 2. Схема связей между предприятиями в промышленном симбиозе Калуннборг
 Источник: Kalundborg Symbiosis: six decades of a circular approach to production. Available at: URL: <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/kalundborg-symbiosis-six-decades-circular-approach-production>

2. В Финляндии успешно запущена платформа промышленного симбиоза — биоциркулярная экономика (ЕСОЗ) (рис. 3), созданная в районе эко-промышленного парка в финском регионе Пирканмаа, вокруг городов Нюкиа и Тампере (рис. 3). Подготовительные исследования и этапы создания платформы были начаты в 2013—2014 годах.

Сегодня сеть IS включает 21 партнерскую организацию из различных отраслей, которые обеспечивают циркулярность про-

изводственных и энергетических ресурсов. В состав ЕСОЗ вошли несколько университетов и исследовательских центров в городе Тампере и его окрестностях. ЕСОЗ работает в рамках стратегии циркулярной экономики и, в отличие от многих других сетевых образований, строится не вокруг одного или двух крупных игроков, а состоит из множества мелких игроков и, таким образом, формирует промышленную экосистему.

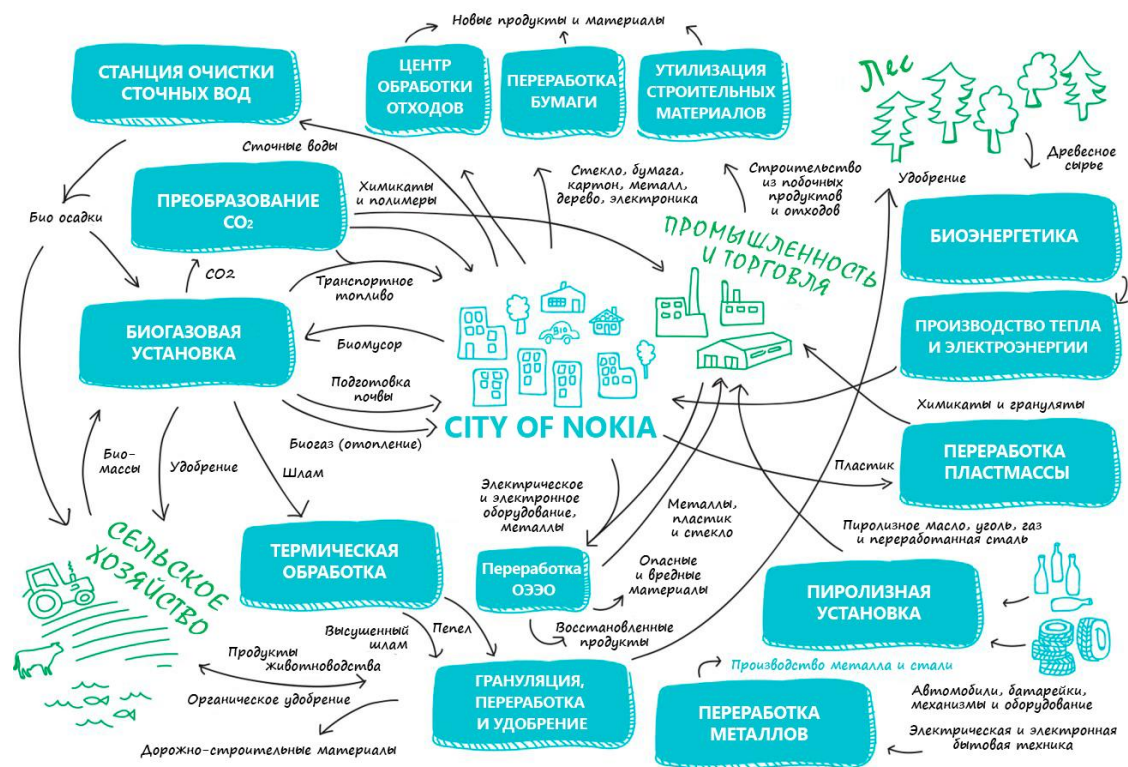


Рис. 3. Пример промышленного симбиоза в городе NOKIA, платформа ECO3
 Источник: <http://edutampere.skillscenter.ru/is-in-finland-eco3-platform/>

3. Сеть промышленного симбиоза Sotenäs, Швеция

Основные участники симбиоза:

- Производители морепродуктов.
- Аквакультура (выращивание лосося).
- Заводы по производству биогаза.
- Производство водорослей.
- Удаление морского мусора/переработка.
- Завод по очистке сточных вод (WWTP).

В результате деятельности Sotenäs снижается нагрузка на окружающую среду, так как ежегодно объем выброса парниковых газов снижается на 60 000 тонн CO_2 -экв, и 390 тонн PO_4 -экв. Кроме того, экономия на транспортировке отходов по сравнению с базовой моделью составляет 164 шв. крон, а общая экономия около 10 % от ВВП Sotenäs.

В России первый опыт применения модели промышленного симбиоза реализован в 2013 г. «Евразхолдингом» и «Руда Хакасии» в Кемеровской области и республике Хакасии. Республика поставляет свою руду на обогатительную фабрику, а затем сырье транспортируется в Новокузнецк. Производительность фабрики полностью покрывает потребности хакасских предприятий. Этот проект стал примером эффек-

тивного взаимодействия двух регионов по спасению градообразующих предприятий, а республика имеет теперь полный производственный цикл по добыче и обогащению железной руды.

Проект Baltic Industrial Symbiosis (BIS) — «Балтийский промышленный симбиоз» был инициирован в рамках программы Interreg Baltic Sea Region 2014–2020. Она объединила страны Европейского союза, Норвегию и Россию, чтобы развивать инновационный, транспортный и экологический потенциал Балтийского региона [31–33]. Проект «Балтийский промышленный симбиоз» популяризирует промышленный симбиоз, концепцию устойчивого регионального развития в регионе Балтийского моря. Промышленный симбиоз ставит своей целью соединение компаний различной направленности для использования отходов одной, например, избыточная энергия, ингредиенты или материалы, в качестве ресурса для другой. Проект предусматривает практический обмен (peer-to-peer exchange) для менеджеров промышленного симбиоза. Он развивает новые бизнесы и финансовые модели и учреждает Совет по промышленному симбиозу в качестве платформы для диалога и обмена опытом.

Проект предусматривает работу по трём основным направлениям:

- Акселерация развития симбиотического бизнеса.
- Формирование потенциала для развития промышленных симбиозов.
- Законодательство в области промышленного симбиоза.

Заключение

Новая парадигма развития меняет подходы к ведению бизнеса, стратегии поведения и скорость реакции на внешние вызовы. В этих условиях становится актуальной разработка циркулярных и симбиотических моделей взаимодействия организаций, обеспечивающих устойчивое развитие и быстрое реагирование на новые технологические трансформации.

Переход к циклической экономике имеет ряд преимуществ: снижение негативно-

го воздействия на окружающую среду, сокращение производственных затрат, появление новых рынков и создание новых рабочих мест. Циркулярная экономика может помочь правительствам, предприятиям и потребителям сосредоточиться на политике, практике и путях для достижения целей устойчивого развития.

Теоретическая значимость данной статьи состоит в развитии формирующейся концепции симбиотического взаимодействия в контексте углубления понимания процессов создания и обмена знаниями между участниками промышленного симбиоза. Практическая значимость результатов исследования состоит в возможности использования отдельных положений в практике управления промышленными предприятиями, а также при разработке программных документов и стратегий развития организаций.

Благодарность. Исследование выполнено в рамках грантов РФФИ № 20-010-00470

ЛИТЕРАТУРА

1. 46-th World Economic Forum, Davos 2016. — URL: <https://www.weforum.org/events/world-economic-forum-annual-meeting-2016> (дата обращения 09.11.2020).

2. *Shvab K.* Chetvyortaya promyshlennaya revolyuciya / K. Shvab. — М.: Eksmo, TOP Business Awards, 2016. — 230 s.

3. The Growth of the Circular Economy // UPS / Green Biz Research Study, 2016. — URL: <https://www.greenbiz.com/report/growth-circulareconomy> (дата обращения 09.11.2020).

4. OECD (2018) «Business models for a Circular Economy, Designing for the Circular Economy». doi: 10.4324/9781315113067-9.

5. Ellen MacArthur Foundation. — URL: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy> (дата обращения 15.11.2020).

6. *Chertow M. R.* (2007) “Uncovering” Industrial Symbiosis / M. R. Chertow // Journal of Industrial Ecology, 1(1), pp. 11—30.

7. *Chertow M.* Scholarship and Practice in Industrial Symbiosis: 1989—2014 / M. Chertow, J. Park // Taking Stock of Industrial Ecology. — 2016. — Ch. 5. — P. 87—116.

8. WCED (World Commission on Environment and Development) (1987). Report of the world commission on environment and

development: Our common future. United Nations. — URL: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>. Accessed 9 Feb 2020.

9. *Wackernagel M.* (1998). The ecological footprint: an indicator of progress toward regional sustainability / M. Wackernagel, & J. D. Yount // Environmental Monitoring and Assessment, 51(1—2), 511—529.

10. *Белова Е. Г.* Циркулярная экономика и промышленный симбиоз улучшат благосостояние и сохранят планету / Е. Г. Белова, Л. В. Хорева // Петербург предлагает. — 2019. — № 3. — С. 25.

11. *Tolstykh T.* Evaluation of Circular and Integration Potentials of Innovation Ecosystems for Industrial Sustainability / T. Tolstykh, N. Shmeleva, L. Gamidullaeva // Sustainability 2020, 12, 4574.

12. *Bruns K.* (2017). Searching for the existence of entrepreneurial ecosystems: A regional cross-section growth regression approach / K. Bruns, N. Bosma, M. Sanders, & M. Schramm // Small Business Economics, 49(1), 31—54.

13. *Татаркин А. И.* Методология оценки устойчивого развития локальных территорий на основе измерения их социально-экономической и экологической емкости / А. И. Татаркин, Г. А. Гершанюк // Вестник

НГУ. Серия: Социально-экономические науки. — 2006. — 6 (1). — 40—48.

14. *Tolstykh T.* Regional Development in Russia: An Ecosystem Approach to Territorial Sustainability Assessment / T. Tolstykh, L. Gamidullaeva, N. Shmeleva, Y. Lapygin // Sustainability 2020, 12, 6424. doi: 10.3390/su12166424

15. *Аврора М. Р.* Экологическая экономика и экономика окружающей среды: генезис, соотношение и проблемы / М. Р. Аврора // Творчество молодых ученых. — 2017. — № 1—3. — С. 161—166.

16. *Белова Е. Г.* Циркулярная экономика и промышленный симбиоз улучшат благосостояние и сохранят планету / Е. Г. Белова, Л. В. Хорева // Петербург предлагает. — 2019. — № 3. — С. 27.

17. *E. Andersson, O. Arfwidsson, V. Bergstrand et al.* Industrial Symbiosis in Stenungsund. 2013. — URL: <http://www.industriellekologi.se/symbiosis/stenungsund.html>.

18. *Baas L.* Planning and uncovering industrial symbiosis: Comparing the Rotterdam and Цстергцтланд regions / L. Baas // Business Strategy and the Environment, 20, 428—440, 2011.

19. *Branson R.* Re-constructing Kalundborg: the reality of bilateral symbiosis and other insights / R. Branson // Journal of Cleaner Production, 112, 4344—4352, 2016.

20. *Chertow M.* Organizing Self-Organizing Systems / M. Chertow, J. Ehrenfeld // Journal of Industrial Ecology, 16(1), 13—27. 2012.

21. *R. Clift, A. Druckman.* Taking Stock of Industrial Ecology, 2016. 362 p.

22. *Domenech T.* Structure and morphology of industrial symbiosis networks: The case of Kalundborg / T. Domenech, M. Davies. // Procedia — Social and Behavioral Sciences, 10, 79—89, 2011.

23. *Dong L.* Environmental and economic gains of industrial symbiosis for Chinese iron/steel industry: Kawasaki's experience and practice in Liuzhou and Jinan / L. Dong, H. Zhang, T. Fujita et al. // Journal of Cleaner Production, 59, 226—238, 2013.

24. *Duflou J. R.* Towards energy and resource efficient manufacturing: A process and system approach / J. R. Duflou, J. W. Sutherland, D. Dornfeld et al. // CIRP Annals — Manufacturing Technology. — 2012. — V. 61. № 2. — P. 587—609.

25. *J. Martnez-Alier, R. Muradian.* Handbook of Ecological Economics, Edward Elgar Pub publisher, Cheltenham, UK, 2015. 512 p.

26. *Shmeleva N.* (2018) «The new business model for circular economy: moving from theory to practice» 18th International multidisciplinary scientific GEO conference SGEM 2018, Sofia, Bulgaria. Vol. 18, Issue 5.3, pp. 919—926

27. Национальная программа промышленного симбиоза, Великобритания. — URL: <https://www.nispnetwork.com/> (дата обращения 15.11.2020)

28. *Domenech T.* Mapping Industrial Symbiosis Development in Europe - Typologies of Networks, Characteristics, Performance and Contribution to the Circular Economy / T. Domenech, R. Bleischwitz, A. Doranova, D. Panayotopoulos, L. Roman // Resources, Conservation & Recycling. — 2019. — Vol. 141. — P. 76—98.

29. *Ehrenfeld, J. and Gertler, N.* (1997) 'The Evolution of Interdependence at Kalundborg', Journal of Industrial Ecology, 1(1), pp. 67—79. doi: <https://doi.org/10.1162/jiec.1997.1.1.67>.

30. Kalundborg Symbiosis: six decades of a circular approach to production. Available at: URL: <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/kalundborg-symbiosis-six-decades-circular-approach-production> (assessed at: 02.04.2020)

31. Interreg Baltic Sea Region 2014—2020 Available at: URL: <https://projects.interreg-baltic.eu/projects/bis-186.html> (assessed at: 05.04.2020)

32. Baltic Industrial Symbiosis. Available at: URL: <https://symbiosecenter.dk/project/bis/> (assessed at: 04.04.2020)

33. BIS Baltic Industrial Symbiosis. Available at: URL: <http://tyreman.ru/bis> (assessed at: 04.04.2020)

34. *Толстых Т. О.* Управление экономическим потенциалом промышленного предприятия / Т. О. Толстых // Вестник Воронежского государственного технического университета. — 2012. — Т. 8. № 2. — С. 121—128.

35. *Преображенский Б. Г.* Обеспечение устойчивости в развитии региональных промышленных систем / Б. Г. Преображенский, Т. О. Толстых, Н. В. Шмелева // Регион: системы, экономика, управление. — 2019. — № 2 (45). — С. 12—17.

36. Преображенский Б. Г. Разработка инструментария анализа эффективности инновационной деятельности экономических систем / Б. Г. Преображенский, Т. О. Толстых, Е. В. Шкарупета // Регион: системы, экономика, управление. — 2018. — № 1 (40). — С. 67—76.

LITERATURE

1. 46th World Economic Forum, Davos 2016. — URL: <https://www.weforum.org/events/world-economic-forum-annual-meeting-2016> (accessed 09.11.2020).

2. Shvab K. Chetvyortaya promyshlennaya revolyuciya / K. Shvab. — М. : Eksmo, TOP Business Awards, 2016. — 230 s.

3. The Growth of the Circular Economy // UPS / Green Biz Research Study, 2016. — URL: <https://www.greenbiz.com/report/growth-circulareconomy> (accessed 09.11.2020).

4. OECD (2018) «Business models for a Circular Economy, Designing for the Circular Economy». doi: 10.4324/9781315113067-9.

5. Ellen MacArthur Foundation. — URL: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy> (accessed 15.11.2020).

6. Chertow M. R. (2007) 'Uncovering' Industrial Symbiosis' / M. R. Chertow // Journal of Industrial Ecology, 1(1), pp. 11—30.

7. Chertow M. Scholarship and Practice in Industrial Symbiosis: 1989—2014 / M. Chertow, J. Park // Taking Stock of Industrial Ecology. — 2016. — Ch. 5. — P. 87—116.

8. WCED (World Commission on Environment and Development) (1987). Report of the world commission on environment and development: Our common future. United Nations. — URL: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>. Accessed 9 Feb 2020.

9. Wackernagel, M., & Yount, J. D. (1998). The ecological footprint: an indicator of progress toward regional sustainability. Environmental Monitoring and Assessment, 51(1—2), 511—529

10. Belova E. G. Circular economy and industrial symbiosis will improve welfare and preserve the planet / E. G. Belova, L. V. Khoreva // Petersburg offers. — 2019. — No. 3. — P. 25.

11. Tolstykh T. Evaluation of Circular and Integration Potentials of Innovation Ecosystems for Industrial Sustainability / T. Tolstykh, N. Shmeleva, L. Gamidullaeva // Sustainability 2020, 12, 4574.

12. Bruns K. (2017). Searching for the existence of entrepreneurial ecosystems: A regional cross-section growth regression approach / K. Bruns, N. Bosma, M. Sanders, & M. Schramm. Small Business Economics, 49(1), 31—54.

13. Tatarkin A. I. Methodology for assessing the sustainable development of local territories based on measuring their socio-economic and environmental capacity / A. I. Tatarkin, G. A. Gershanyuk // Vestnik NSU. Series: Social and economic Sciences. — 2006. — 6 (1). — 40—48.

14. Tolstykh T. Regional Development in Russia: An Ecosystem Approach to Territorial Sustainability Assessment / T. Tolstykh, L. Gamidullaeva, N. Shmeleva, Y. Lapygin // Sustainability 2020, 12, 6424. doi: 10.3390/su12166424

15. Aurora M. R. Ecological Economics and environmental Economics: Genesis, correlation and problems / M. R. Aurora // Creativity of young scientists. — 2017. — № 1—3. — Pp. 161—166.

16. Belova E. G. Circular economy and industrial symbiosis will improve welfare and preserve the planet / E. G. Belova, L. V. Khoreva // Petersburg offers. — 2019. — No. 3. — P. 27.

17. E. Andersson, O. Arfwidsson, V. Bergstrand et al. Industrial Symbiosis in Stenungsund. 2013. <http://www.industriellekologi.se/symbiosis/stenungsund.html>.

18. Baas L. Planning and uncovering industrial symbiosis: Comparing the Rotterdam and Netherlands regions / L. Baas // Business Strategy and the Environment, 20, 428—440, 2011.

19. Branson R. Re-constructing Kalundborg: the reality of bilateral symbiosis and other insights / R. Branson // Journal of Cleaner Production, 112, 4344—4352, 2016.

20. Chertow M. Organizing Self-Organizing Systems / M. Chertow, J. Ehrenfeld // Journal of Industrial Ecology, 16(1), 13—27. 2012.

21. R. Clift, A. Druckman. Taking Stock of Industrial Ecology, 2016. 362 p.

22. Domenech T. Structure and morphology of industrial symbiosis networks: The case of Kalundborg / T. Domenech, M. Davies // Procedia — Social and Behavioral Sciences, 10, 79—89, 2011.

23. Dong L. Environmental and economic gains of industrial symbiosis for Chinese

iron/steel industry: Kawasaki's experience and practice in Liuzhou and Jinan / L. Dong, H. Zhang, T. Fujita et al // *Journal of Cleaner Production*, 59, 226—238, 2013.

24. *Duflou J. R.* Towards energy and resource efficient manufacturing: A process and system approach / J. R. Duflou, J. W. Sutherland, D. Dornfeld et al // *CIRP Annals — Manufacturing Technology*. — 2012. — V. 61. No. 2. — P. 587—609.

25. *J. Martinez-Alier, R. Muradian.* Handbook of Ecological Economics, Edward Elgar Pub publisher, Cheltenham, UK, 2015. 512 p.

26. *Shmeleva N.* (2018) «The new business model for circular economy: moving from theory to practice» 18th International multidisciplinary scientific GEO conference SGEM 2018, Sofia, Bulgaria. Vol. 18, Issue 5.3, pp. 919—926

27. national industrial symbiosis program, UK. — URL: <https://www.nispnetwork.com/> (accessed 15.11.2020)

28. *Domenech T.* Mapping Industrial Symbiosis Development in Europe - Typologies of Networks, Characteristics, Performance and Contribution to the Circular Economy / T. Domenech, R. Bleischwitz, A. Doranova, D. Panayotopoulos, L. Roman // *Resources, Conservation & Recycling*. — 2019. — Vol. 141. — P. 76—98.

29. *Ehrenfeld J.* (1997) 'The Evolution of Interdependence at Kalundborg' / J. Ehrenfeld and N. Gertler // *Journal of Industrial Ecology*,

1(1), pp. 67—79. doi: <https://doi.org/10.1162/jiec.1997.1.1.67>.

30. Kalundborg Symbiosis: six decades of a circular approach to production. Available at: URL: <https://circulareconomy.europa.eu/platform/en/good-practices/kalundborg-symbiosis-six-decades-circular-approach-production> (assessed at: 02.04.2020)

31. Interreg Baltic Sea Region 2014—2020 Available at: URL: <https://projects.interreg-baltic.eu/projects/bis-186.html> (assessed at: 05.04.2020)

32. Baltic Industrial Symbiosis. Available at: URL: <https://symbiosecenter.dk/project/bis/> (assessed at: 04.04.2020)

33. BIS Baltic Industrial Symbiosis. Available at: URL: <http://tyreman.ru/bis> (assessed at: 04.04.2020)

34. *Tolstykh T. O.* Management of the economic potential of an industrial enterprise / T. O. Tolstykh // *Bulletin of the Voronezh state technical University*. — 2012. — Vol. 8. No. 2. — P. 121—128.

35. *Preobrazhensky B. G.* Ensuring sustainability in the development of regional industrial systems / B. G. Preobrazhensky, T. O. Tolstykh, N. V. Shmeleva // *Region: systems, economy, management*. — 2019. — № 2 (45). — P. 12—17.

36. *Preobrazhensky B. G.* Development of tools for analyzing the effectiveness of innovative activities of economic systems / B. G. Preobrazhensky, T. O. Tolstykh, E. V. Shkarupeta // *Region: systems, economy, management*. — 2018. — № 1 (40). — Pp. 67—76.

УДК 332. 142

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНО-КОНТРОЛЯ В ОЦЕНКЕ ПРАКТИКИ РАЗРАБОТКИ АКТУАЛИЗИРОВАННЫХ РЕГИОНАЛЬНЫХ СТРАТЕГИЙ

Коды JEL: R 11, R 58.

Рисин И. Е., доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой региональной экономики и территориального управления, Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия

E-mail: risin@mail.ru

SPIN-код: 9876-6074

Аннотация

Предмет. Структура и содержание актуализированных стратегий социально-экономического развития регионов Российской Федерации.