

На правах рукописи



ДУДАРЕВА Ольга Владимировна

**УПРАВЛЕНИЕ УСТОЙЧИВЫМ РАЗВИТИЕМ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ
В УСЛОВИЯХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРАНСФОРМАЦИЙ**

Специальность 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством
(экономика, организация и управление предприятиями, отраслями,
комплексными: промышленность; управление инновациями)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора экономических наук

Воронеж – 2022

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Воронежский государственный технический университет»

Научный консультант: **ШКАРУПЕТА Елена Витальевна**,
доктор экономических наук, профессор

Официальные
оппоненты: **БАБКИН Александр Васильевич**,
доктор экономических наук, профессор, профессор
Высшей инженерно-экономической школы
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого»

ГАМИДУЛЛАЕВА Лейла Айваровна,
доктор экономических наук, доцент, и.о. заведующего
кафедрой «Маркетинг, коммерция и сфера
обслуживания» ФГБОУ ВО «Пензенский
государственный университет»

ШИНКЕВИЧ Алексей Иванович,
доктор экономических наук, профессор, заведующий
кафедрой «Логистики и управления»
ФГБОУ ВО «Казанский национальный
исследовательский технологический университет»

Ведущая организация: **ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»**

Защита состоится «02» сентября 2022 года в 10⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 212.037.14, созданного на базе ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», по адресу: г. Воронеж, Московский просп., 14, конференц-зал.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» <http://cchgeu.ru/>.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2022 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат экономических наук, доцент



Щеголева
Татьяна Васильевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Об актуальности управления устойчивым развитием промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций свидетельствуют следующие взаимосвязанные утверждения:

– согласно расчетам ООН, в случае сохранения неустойчивых моделей традиционного производства и бизнеса, к 2050 году человечеству потребуются ресурсы трех таких планет, как Земля. В этих условиях *парадигма устойчивого развития*, впервые представленная в 1987 году и к настоящему времени достаточно широко изученная, не только не теряет своей актуальности, а приобретает новые конвергентные особенности, связанные с постоянно возрастающей коллективной нагрузкой человечества на естественные ресурсы и переходом к новым геохронологическому и технологическому укладам, с учетом которых стоит разрабатывать инструментарий устойчивого развития для обеспечения ценностей как текущего, так и будущего поколений, а также получения сбалансированных ESG-эффектов (экологических, социальных, управленческих);

– современный ландшафт создания, функционирования и устойчивого развития экономических систем становится все более сложным и непредсказуемым, на изменения влияет все большее количество переменных, что требует разработки соответствующих механизмов реагирования. Такое состояние внешней среды соответствует «периоду наибольшего ускорения» и сопровождается существенными *технологическими трансформациями*, обусловленными переходом к новому технологическому укладу – Индустрии 5.0. До недавнего времени казалось, что промышленное производство адаптировалось к волатильной, неопределенной, сложной и неоднозначной VUCA-среде и научилось совладать с неопределенностью и хаосом;

– пандемия 2020-2022 годов активизировала многие внешние процессы, и мир оказался в еще более хрупком, тревожном, нелинейном и непонятном VANI-состоянии. Эта новая нормальность заставляет кардинально меняться все промышленные системы, требует по-новому искать ответы на актуальные вопросы и реагировать на вызовы. Потери мирового объема производства по данным ЮНИДО к 2021 году составили 5 843 млрд долларов США в пересчете по паритету покупательной способности. Несмотря на это, промышленное производство и в трудные времена остается катализатором и основным источником восстановления, сохраняя рабочие места и играя роль кросс-отраслевого мультипликатора;

– одним из важных инструментов усиления устойчивого развития признан *экосистемный подход*. В экосистемной экономической модели достигается наивысшая эффективность в сравнении с традиционной экономикой, системами закрытого типа и платформенными моделями. Одним из магистральных направлений экосистемного подхода является изучение *промышленных экосистем* как эмерджентных мультиакторных моделей промышленной деятельности, не управляющихся иерархически и отличающихся самоорганизацией на основе принципов симбиоза;

– промышленные экосистемы способны внести существенный вклад во

всеобщее устойчивое промышленное развитие на основе экологически эффективных моделей управления и производства, улучшения уровня жизни в локальном масштабе, внедрения более высоких стандартов охраны здоровья и безопасности, повышения идиосинкразической и ковариативной конкурентоспособности в долгосрочной перспективе, снижения потребления и зависимости от ресурсов, увеличения объема продаж;

– отличительные особенности промышленных экосистем требуют разработки соответствующих механизмов и алгоритмов оркестрации перехода, системной трансформации текущего положения промышленной экосистемы в устойчивое состояние на основе достижения стабильности (неуязвимости), жизнестойкости (надежности) и экосистемности (когерентности).

Таким образом, совершенствование управления устойчивым развитием промышленной экосистемы в условиях технологических трансформаций является перспективным направлением создания стойкой инфраструктуры, содействия всеохватывающей и устойчивой индустриализации и инновациям.

Степень разработанности проблемы. Научная проблема данного исследования, связанная с устойчивым развитием, представляется, с одной стороны, исследованной и относительно проработанной. Но, с другой стороны, существуют пробелы в концепции, методологии, методическом инструментарии и механизме управления устойчивым развитием именно промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций.

Концепцию устойчивого развития как социально-экономическую парадигму в своих трудах формировали и развивали отечественные ученые и исследователи: А.Г. Аганбегян, Ю.П. Анисимов, А.А. Аузан, А.В. Бабкин, С.В. Бадина, С.Н. Бобылев, С.Д. Бодрунов, Л.А. Гамидуллаева, Х.Н. Гизатуллин, Л.А. Гузикова, Д.Н. Дударев, Н.В. Зубаревич, Е.А. Ильина, Л.М. Капица, В.Л. Квинт, Г.Б. Клейнер, А.В. Красникова, Т.С. Колмыкова, Р.М. Нуреев, Т.О. Толстых, Ю.И. Трещевский, В.А. Троицкий, В.Н. Парахина, В.И. Перов, В.М. Полтерович, В.Н. Родионова, Н.В. Сироткина, О.Г. Туровец, А.И. Шинкевич, Н.В. Шмелева, Д.М. Шотыло, а также зарубежные авторы: S. Baumgärtner, M. Breque, D.M. Goede, S. Derissen, A. Dobson, C. Dölle, J. Elkington, R. Hoogma, Jovane, R. Kemp, T. Klarin, M.F. Quaas, M. Kuhn, X. Li, L. De Nul, E. Ostrom, A. Petridis, M. Riesener, J.D. Sachs, V. Suárez-Eiroa, J. Schot, X. Shi и многие другие.

Основы экосистемного подхода заложили российские ученые: А.В. Бабкин, И.Н. Баранов, А.В. Баснер, С.Н. Бобылев, М. Гривен, В.В. Глухов, В.Я. Захаров, В.А. Карпинская, А. Кашанский, Г.Б. Клейнер, Д.Г. Костень, Р.А. Перелет, О.А. Попова, В.А. Светлосанов, Н.В. Сироткина, О.В. Трофимов, Е.В. Шкарупета, В.Г. Фролов, С.Е. Щепетова, и зарубежные: М.Н. Abel, R. Adner, G. Adomavicius, E. Autio, J. Wareham, A. Gawer, C. Dölle, M. Iansiti, L.D.W. Thomas, M. Kuhn, J.F. Moore, F. Nachira, K. Fukuda, R. Levien, M. Loreau, P. Mačiulis, H. Mouquet, C. Cennamo, R.D. Holt, V. Pilinkienė, M. Riesener, M. Rothschild, M. Saleh, M. Tsujimoto, P.B. Fox, J.L. Cano Giner, M. Jacobides и многие другие.

Промышленные экосистемы в качестве объекта исследуют отечественные

авторы: Д.В. Аракчеев, А.В. Бабкин, Д.С. Бекниязов, С.В. Беспалый, Л.А. Гамидуллаева, А.Ю. Гончаров, Л.М. Давиденко, Д.Н. Дударев, Г.Б. Клейнер, А.В. Мосиенко, Н. Питиримов, В.А. Плотников, Е.В. Попов, В.Л. Симонова, М.А. Солдак, В.И. Тинякова, А.Д. Тихонова, Т.О. Толстых, Н. Харитоновна, А.И. Шинкевич, Е.В. Шкарупета, Н.В. Шмелева, и зарубежные исследователи: E.D. Adamides, V. Albino, H. Barabaner, R.J. Baumgartner, D. Wang, M. Wihersaari, N.E. Gallopoulos, I. Giannoccaro, A.R. Zaoual, J. Zhu, J. Korhonen, X. Lecocq, X. Li, Y. Mouzakitis, V. Parida, M. Ruth, I. Savolainen, J.P. Snäkin, L. Fraccascia, R.A. Frosch, X. Shi и многие другие.

Технологическую парадигму в условиях перехода от Индустрии 4.0 к Индустрии 5.0 изучают А.В. Бабкин, С.Ю. Глазьев, Р.С. Голов, Г.И. Гумерова, М.Д. Делягин, В.Я. Захаров, П.М. Клячек, В.Б. Колесникова, В.Н. Кононов, И.В. Либерман, О.Ю. Мартынов, А.В. Мосиенко, В.В. Мыльник, А.Г. Паламарчук, А.В. Подлазов, Е.И. Середа, Н.В. Сироткина, М.А. Солдак, А.А. Федоров, Э.Ш. Шаймиева, Е.В. Шкарупета, и зарубежные ученые: G. Adomavicius, W.M. Bishop, M. Breque, J. Byun, J.C. Wang, J. Wareham, L. Gao, M.F. Godoy, V. DiCristina, G. Dosi, Jovane, L. Leydesdorff, D. Lin, C.Y. Liu, I. Lunden, K. Manganello, S. Nahavandi, L. De Nul, H.W. Park, A. Petridis, D. Ribas Filho, T.E. Sung, G. Salton, I. Sachs, M. Taylor, A. Taylor, P.B. Fox, K. Fukuda, C.E. Shannon, J.L. Cano Giner, L.F. Chanchetti, M.Y. Jamali и многие другие.

Таким образом, актуальность исследуемого вопроса, недостаточная теоретическая и методическая база, необходимая для формирования современных научных подходов в области управления устойчивым развитием промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций, предопределили выбор темы диссертационной работы, ее цель, задачи, объект, предмет и структуру.

Научная гипотеза исследования состоит в предположении, что в условиях технологических трансформаций, влекущих возрастание нагрузки на человеческое общество и окружающую среду, управление промышленными экосистемами должно осуществляться путем перехода промышленной экосистемы из текущего (неустойчивого) в устойчивое состояние на основе соответствующей конвергентной коэволюционирующей концепции и мультиметодологии с использованием разработанного механизма оркестрации, что позволит содействовать достижению Целей устойчивого развития, всеобщего устойчивого промышленного развития и получения комплекса ESG-эффектов.

Объектом исследования являются промышленные экосистемы национальной экономики. В качестве основных форм промышленных экосистем исследуются индустриальные (эко-индустриальные) парки, особые экономические зоны, сети промышленного симбиоза.

Предметом исследования являются управленческие и организационно-экономические отношения, возникающие в процессе управления устойчивым развитием промышленных экосистем на всех уровнях управленческого воздействия.

Цель и задачи исследования. Цель диссертационной работы состоит в

уточнении, дополнении и развитии теоретических и научно-методологических подходов к управлению устойчивым развитием промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций.

Для достижения указанной выше цели исследования в диссертационной работе были поставлены следующие основные задачи, требующие решения:

- 1) разработать теоретический подход к развитию экосистем;
- 2) обосновать конвергентную концепцию устойчивого развития промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций;
- 3) сформировать методологию управления устойчивым развитием промышленных экосистем;
- 4) предложить методику оценки устойчивости промышленной экосистемы в условиях технологических и экономических флуктуаций;
- 5) сформировать механизм оркестрации устойчивого развития промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций;
- 6) разработать алгоритм трансформации промышленной экосистемы в устойчивое состояние;
- 7) предложить рекомендации по совершенствованию управления устойчивым развитием промышленных экосистем на основе симбиоза и рециркулярности.

Степень обоснованности и достоверности. Обоснованность и достоверность полученных научных результатов соответствует общей логике диссертационного исследования, а также подтверждается всесторонним анализом ранних и современных трудов по предмету исследования, применением апробированного научно-методического аппарата, верификацией на нескольких объектах, аналитическими и экспериментальными методами проверки достоверности, наличием и объемом исходного материала, апробацией результатов исследований на практике.

Теоретическая база исследования сформирована фундаментальными парадигмами, оказывающими первостепенное влияние на процессы развития экономических систем на современном этапе и формирующими конвергентную концепцию устойчивого развития, всеобщего устойчивого промышленного развития, экосистемного подхода, теории экосистем с основным акцентом на формирование и развитие промышленных экосистем, концепций Индустрия 4.0 и Индустрия 5.0, цифрового развития. В ходе исследования применялись сопутствующие концепции: междисциплинарные концептуальные направления социобиологии и биоэкономики, солидарологии, эконотроники, экономики созидания; концепция научного знания Т. Куна, теория технологической парадигмы Дж. Доси, концепция жизненного цикла технологии, концепция энтропии; платформенная концепция; промышленная экология в части концепций циркулярной экономики и промышленного симбиоза; концепция «тройного дна» устойчивости и на ее основе – ESG-методология; триада концепций развития, потребностей и будущих поколений, дополненная концепцией ценностей; концепция эко-индустриальных парков; концепция методологического анализа научного знания; концепции антихрупкости, жизнестойкости и уязвимости.

Методологическая база исследования представлена общими и специальными научными подходами и методами исследования. В исследовании применялся целый комплекс *общенаучных методологических* подходов. *Диалектический* подход позволил сформировать философские аспекты, факторы и условия устойчивого развития промышленных экосистем. На основе *критического (оценочного)* подхода выявлены противоречия, критические аспекты и парадоксы устойчивого развития. *Исторический* общенаучный подход лег в основу формирования предпосылок, тенденций, закономерностей и трендов устойчивого развития промышленных экосистем. *Политический* методологический подход позволил выделить приоритеты правительств разных стран в области устойчивого развития. Применение *системного и синергетического* подходов позволило сформировать целостный взгляд на промышленную экосистему, выделить взаимосвязь ее акторов, уровни, компоненты и структурные элементы промышленной экосистемы, а также сформировать механизм оркестрации устойчивого развития промышленной экосистемы на основе самоорганизации и эмерджентного поведения. Процесс управления в механизме оркестрации позволил методологически представить *кибернетический* подход. На основе *ценностного* подхода выделены основные ценности устойчивого развития текущего и будущего поколений и Индустрии 5.0. *Метасистемный* подход позволил выделить объект, предмет, категории и термины, цели, задачи исследования, а *междисциплинарный* – сущность, связи, структуру, состав, характеристики (качественные, количественные, временные), функции, свойства, специфику, принципы, концепции, стадии, этапы, формы, направления, пути устойчивого развития промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций. Кроме этого, в исследовании использовались *кибер-социо-техно-когнитивный* подход и *проектный* подход при формировании кластера проектов устойчивого развития промышленной экосистемы.

Исследование эволюции, глобальных тенденций и современных направлений мирового, человеческого и промышленного развития было проведено на основе методов *семантического, наукометрического и кластерного анализа*. Предпосылки и основания устойчивого развития сформированы на основе *компаративного (сравнительно-исторического) анализа* основных концепций развития экономических систем. При разработке методики оценки устойчивости были использованы метод композитного индекса, метод нечетких множеств, метод упорядочивания предпочтений по сходству с идеальным решением, метод ранг-суммирования, метод кластеризации с нечетким k -средним, метод наименьших квадратов, метод Гаусса, дисперсионный и множественный регрессионный анализ.

Информационную базу исследования составили актуальные статистические и аналитические данные Росстата, Высшей школы экономики, Аналитического центра при Правительстве Российской Федерации, ООН, ЮНИДО, Всемирного банка, Международного валютного фонда, ведомственного проекта «Цифровая промышленность», геоинформационной системы (ГИСП) «Индустриальные парки, технопарки, кластеры», данные

Европейского открытого научного облака, Ассоциации индустриальных парков России, Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, Фонда экономики созидания, материалы образовательного управленческого курса в области космических и цифровых технологий Chief Space Officer, данные Международной программы по геосфере и биосфере, национальные стандарты РФ в рамках системы менеджмента качества, данные операционной платформы ВУПР (ISID), аналитической промышленной платформы ЮНИДО, данные экосистемы промышленного симбиоза Санкт-Петербурга и Ленинградской области в части проектов «Балтийский промышленный симбиоз» и первого в России межрегионального эко-индустриального парка чистых технологий, промышленной экосистемы Калуннборга и ее акторов, ОЭЗ ППТ «Липецк» и ее резидентов, Санкт-Петербургского Кластера Чистых технологий для городской среды и его участника ООО «Тайрмен групп».

Научная новизна результатов исследования заключается в решении важной научной проблемы – разработке теоретических, методологических и концептуальных положений управления устойчивым развитием промышленной экосистемы в условиях технологических трансформаций, механизма оркестрации промышленной экосистемы в целях достижения ее устойчивости, а также в дополнении методов анализа, оценки и моделирования управления устойчивым развитием промышленной экосистемы.

К наиболее значимым научным результатам исследования, определяющим его научную новизну, относятся следующие положения, полученные лично автором:

1) разработан *теоретический подход к развитию экосистем в условиях технологических трансформаций, заключающийся* в рассмотрении экосистем как коэволюционирующих в условиях смены технологических парадигм форм экономической деятельности, зарекомендовавших себя как модели с наивысшей производственной эффективностью на основе синергетического взаимодействия объектных (кластер, парк, зона), структурных (платформа), процессных (сеть) и инновационных (инкубатор, центр) составляющих, **отличающийся** преобразованием четырехэтапной амплитуды жизненного цикла развития экосистем (становление, рост, зрелость, спад) на основе энтропии дихотомического этапа развития и постулированием необходимости осуществления преобразовательного перехода экосистемы в устойчивое состояние не позднее стадии зрелости, **позволяющий** разработать сценарные циклы развития экосистем с учетом вызовов динамичной внешней среды, потребностей и ценностей текущего и будущих поколений (п. 2.15 паспорта научной специальности 08.00.05);

2) обоснована *конвергентная концепция устойчивого развития промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций, заключающаяся* в систематизации признанных научных достижений, теорий и моделей мышления, на основе которых возникают последовательные исследовательские традиции, **отличающаяся** одновременным сближением и учетом разнонаправленных тенденций (1) устойчивого развития, (2) всеобщего и устойчивого промышленного развития, (3) экосистемного подхода, (4)

промышленной экологии, (5) Индустрии 4.0 и Индустрии 5.0, (6) цифрового развития, **позволяющая** представить промышленную экосистему как имманентно устойчивую модель промышленной деятельности, на основе сети гетерогенных акторов с разными убеждениями и принципами принятия решений, не управляемых иерархически, действующих на принципах автономности и взаимосвязанности, самоорганизации и гомеостаза на основе промышленного симбиоза и рециркуляции, целью которых является создание идиосинкразической и ковариативной ценности и долгосрочной конкурентоспособности (п. 1.1.2 паспорта научной специальности 08.00.05);

3) сформирована *методология управления устойчивым развитием промышленных экосистем*, **представляющая собой** совокупность методологических подходов, закономерностей и принципов, охватывающую весь спектр управления устойчивым развитием промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций, **базирующаяся** на авторском представлении о секстете гносеологического, парадигмального (мировоззренческого), метауровня (онтологического), научно-содержательного (семантического), технологического и научно-методического (прикладного) уровней управления развитием промышленных экосистем и соответствующих каждому уровню общенаучных подходов, авторской таксономией принципов управления устойчивым развитием промышленных экосистем и описывающих их закономерностей, **позволяющая** определить теоретическую перспективу понимания возможности применения методов, их наборов или передового опыта для решения проблем управления устойчивым развитием промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций (п. 1.1.2 паспорта научной специальности 08.00.05);

4) предложена *методика оценки устойчивости промышленной экосистемы в условиях технологических и экономических флуктуаций*, **отличающаяся** подходом к оценке композитного показателя не по видам устойчивости, а по компонентам стабильности (неуязвимости), жизнестойкости (надежности) и экосистемности (когерентности), **позволяющая** выявить промышленные экосистемы с наибольшей и наименьшей устойчивостью, провести сравнение оцениваемых промышленных экосистем в рамках трех групп (высокая, средняя, низкая устойчивость), **обладающая** прогностической функцией определения устойчивости по отношению к эколого-, социально-, управленчески и экономически приемлемому уровню ESG-результатов (п. 1.1.1 паспорта научной специальности 08.00.05);

5) сформирован *механизм оркестрации устойчивого развития промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций*, **представляющий** систему экзогенных и эндогенных инициатив субъекта (оркестратора, фасилитатора) по обеспечению управленческой и ресурсной поддержки на основе соответствующих функций, методов, подходов и инструментария с учетом вызовов внешней среды, **отличающийся** заменой прямых воздействий на процессы управленческой поддержки на основе самоорганизации; централизованного управления – на децентрализованное; вертикали власти – на одноранговые отношения между акторами внутри

промышленной экосистемы, **позволяющий** ускорить динамику перехода промышленной экосистемы из исходного к устойчивому состоянию и достичь экологические, социальные и экономические цели и результаты создания стойкой инфраструктуры, содействия устойчивой индустриализации и инновациям (п. 1.1.1 паспорта научной специальности 08.00.05);

б) разработан *алгоритм трансформации промышленной экосистемы в устойчивое состояние, заключающийся* в реализации трех последовательно-параллельных процессов стандартизации, возвращивания и управления взаимодействиями, **отличающийся** предварительным скринингом уровня готовности акторов экосистемы к промышленному симбиозу и последующей трансформации в устойчивое состояние, **позволяющий** управляющим субъектам оценить уровень готовности экосистемы по девятибалльной шкале, разработать устойчивую бизнес-модель и наилучшую стратегию устойчивого развития, организовать содействие созданию сетей промышленного симбиоза в целях повышения экологической, социальной и экономической эффективности использования ресурсов (п. 1.1.1 паспорта научной специальности 08.00.05);

7) предложены *рекомендации по совершенствованию управления устойчивым развитием промышленных экосистем, заключающиеся* в моделировании промышленной экосистемы на основе кругооборота исходных невозобновляемых ресурсов и побочных продуктов, энергетических излишков других акторов промышленной экосистемы, приводящего к экономии необходимых ресурсов, **отличающиеся** измерением и расчетом индексов акторного разнообразия и повсеместности в структуре производства и использования отходов для обеспечения представления об эффективности промышленной коллаборации, **позволяющие** реализовать сети промышленного симбиоза на практике в целях снижения воздействия на окружающую среду при одновременном расширении экономической деятельности (п. 1.1.1 паспорта научной специальности 08.00.05).

Теоретическая значимость состоит в научном обосновании положений, расширяющих представления о методологии управления устойчивым развитием промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций; положениях, актуализирующих проблему конвергентной коэволюционирующей концептуализации промышленных экосистем; содержании методического инструментария управления устойчивым развитием промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в разработке рекомендаций, которые могут быть использованы в локальных промышленных зонах страны, либо отдельно взятыми промышленными предприятиями, менеджментом особых экономических зон, индустриальных и эко-индустриальных парков, фасилитаторами промышленного симбиоза для формирования программных, проектных и прочих долгосрочных документов, формализующих бизнес-модель, стратегию, политику и тактику развития национальной промышленной экосистемы, а также при подготовке управленческих кадров и иных учебных процессов ВУЗов.

Апробация результатов исследования. Основные теоретические и

научно-методические положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на: научно-практических конференциях профессорско-преподавательского состава ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет» (Воронеж, 2004-2022); *внутривузовских* научно-практических конференциях Воронежского государственного технического университета: «Экономика, организация и управление на предприятиях» (Воронеж, 2007), «Теория и методы развития экономики, организации производства и управление в условиях инновационной экономики» (Воронеж, 2011); «Теория и методы развития экономики, организации производства и управления в условиях модернизации» (Воронеж, 2014); *всероссийских конференциях*: «Исследование инновационного потенциала общества и формирование направлений его стратегического развития» (Курск, 2020); «Цифровая экономика, умные инновации и технологии» (Санкт-Петербург, 2021); *международных конференциях*: «Проблемы современных экономических, правовых и естественных наук в России» (Ганновер-Воронеж, 2017), «The 30th International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2017 – Vision 2020: Sustainable Economic development, Innovation Management, and Global Growth» (IBIMA 2017) (Испания, 2017); «The Russian Conference on Digital Economy and Knowledge Management» (RuDEcK 2020) (Воронеж, 2020); «International Conference on Policies and Economics Measures for Agricultural Development» (AgroDevEco 2020) (Воронеж, 2020); «Topical Areas of Fundamental and Applied Research XXV» (США, 2021); «Общество и экономическая мысль в XXI в.: пути развития и инновации» (Воронеж, 2021); «The 37th International Business Information Management Association Conference» (IBIMA 2021) (Испания, 2021); «Управление предприятиями и отраслями строительного комплекса в эпоху цифровой трансформации» (Воронеж, 2021); «Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций» (Красноярск, 2021); «II International Conference on Digital Economy: Modern Challenges and Real Opportunities» (Азербайджан, 2022).

Ряд разработок автора за период декабрь 2020 года – сентябрь 2021 года внедрен в деятельность Федеральной особой экономической зоны промышленно-производственного типа (ОЭЗ ППТ) «Липецк»: организационно-управленческое мероприятие «Методика оценки уровня цифровой зрелости промышленной экосистемы» внедрено в ООО «ФЕНЦИ» и в ООО «ППГ Индастриз Липецк»; организационно-управленческое мероприятие «Модель оценки динамики зрелости промышленной экосистемы» внедрено в ООО «Кемин Индастриз (Липецк)»; экономическое мероприятие «Методология количественной оценки уязвимости промышленной экосистемы и сравнение уязвимости различных факторов промышленной экосистемы в условиях экономических колебаний» внедрено в ООО «ПК РАЦИОНАЛ»; научная разработка, связанная с переходом к «умному» производству в условиях цифровизации на основе единой промышленной платформы, внедрена в ООО «Дока Липецк» с запланированным экономическим эффектом от внедрения – 5 млн рублей; организационно-управленческое мероприятие «Методика оценки уязвимости промышленной экосистемы» внедрено в ООО «Шанс Энтерпрайз» с

экономическим эффектом от снижения уровня уязвимости в 15,56 млн рублей ежегодно.

Разработки автора, касающиеся концептуальных, методологических и методических подходов к управлению устойчивым развитием промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций, внедрены в учебный процесс ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», что подтверждено документально.

Публикации результатов исследования. Основные положения диссертационного исследования опубликованы в 63 научных работах, среди которых 4 монографии и 1 глава в коллективной монографии, 15 статей в изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, 2 статьи в изданиях, индексируемых в международных базах данных Scopus и Web of Science. В работах, подготовленных в соавторстве, основные результаты, выносимые на защиту диссертации, разработаны лично автором.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Содержание диссертации соответствует областям исследования паспорта научной специальности 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»: 1. Экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами (п. 1.1. Промышленность: 1.1.1. Разработка новых и адаптация существующих методов, механизмов и инструментов функционирования экономики, организации и управления хозяйственными образованиями в промышленности; 1.1.2. Формирование механизмов устойчивого развития экономики промышленных отраслей, комплексов, предприятий); 2. Управление инновациями (п. 2.15. Исследование направлений и средств развития нового технологического уклада экономических систем).

На защиту выносятся следующие положения:

1 Теоретический подход к развитию экосистем в условиях технологических трансформаций.

2 Конвергентная концепция устойчивого развития промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций.

3 Методология управления устойчивым развитием промышленных экосистем.

4 Методика оценки устойчивости промышленной экосистемы в условиях технологических и экономических флуктуаций.

5 Механизм оркестрации устойчивого развития промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций.

6 Алгоритм трансформации промышленной экосистемы в устойчивое состояние.

7 Рекомендации по совершенствованию управления устойчивым развитием промышленных экосистем на основе симбиоза и рециркулярности.

Структура диссертации. Работа состоит из пяти глав, содержащих пятнадцать параграфов, заключения, списка литературы и приложений. Работа содержит 415 страниц, включает 28 таблиц, 78 рисунков, 644 источника использованной литературы зарубежных и отечественных ученых и экспертов, 4 приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертации, оценена степень разработанности научной проблемы, определены цели и задачи, а также объект и предмет исследования, его теоретико-методологическая и информационная основа, научная новизна и гипотеза, дана оценка теоретической и практической значимости работы, представлены положения, выносимые на защиту.

В первой главе **«Теоретические предпосылки развития экосистем в условиях технологических трансформаций»** проведен семантический и наукометрический анализ эволюции, глобальных тенденций и современных направлений мирового, человеческого и промышленного развития с 1990 по 2022 годы; выявлены и систематизированы предпосылки и основания развития промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций; сформирован базис теории экосистем в условиях внедрения цифровых технологий.

Во второй главе **«Концепция устойчивого развития промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций»** сформированы особенности устойчивого развития промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций; предложена конвергентная концепция устойчивого развития промышленных экосистем в условиях перехода от Индустрии 4.0 к Индустрии 5.0; разработаны сценарные циклы развития промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций.

В третьей главе **«Методология управления устойчивым развитием промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций»** представлена архитектура методологии управления устойчивым развитием промышленных экосистем; выявлены закономерности и систематизированы принципы управления устойчивым развитием промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций; описаны методы управления устойчивым развитием промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций.

В четвертой главе **«Методический инструментарий управления устойчивостью промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций»** предложен практико-ориентированный методический подход к исследованию опыта управления устойчивым развитием промышленных экосистем и на основе его результатов разработана и апробирована методика оценки устойчивости промышленной экосистемы в условиях технологических и экономических флуктуаций.

В пятой главе **«Совершенствование управления устойчивым развитием промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций»** сформирован механизм оркестрации устойчивого развития промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций; разработан алгоритм трансформации промышленной экосистемы в устойчивое состояние; проведено моделирование функций промышленной экосистемы с позиции экономии ресурсов и рециркуляции отходов.

В **заключении** осуществлена систематизация основных результатов исследования, приведены практические рекомендации и направления дальнейших

исследований по управлению устойчивым развитием промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ПРЕДСТАВЛЕННЫЕ В ДИССЕРТАЦИИ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ И СОДЕРЖАЩИЕ НАУЧНУЮ НОВИЗНУ

1 Теоретический подход к развитию экосистем в условиях технологических трансформаций.

В целях эмпирического подтверждения актуальности научной проблемы устойчивого развития экосистем в условиях технологических трансформаций по отчетам и докладом Всемирного банка, ООН и ЮНИДО проведен анализ эволюции, глобальных тенденций и современных направлений *мирового, человеческого и промышленного развития* с 1990 по 2022 годы:

– на основе качественного анализа эволюции направлений развития выделены три *эволюционных направления*, являющихся «долгожителями» в мировом, человеческом и промышленном развитии: вопросы изменения климата и состояния окружающей среды; проблемы устойчивого развития и ESG-повестка; технологическое развитие на основе цифровых технологий;

– на основе методики наукометрического анализа, включающей пять этапов, с помощью средств исследовательской аналитики Elsevier Research Intelligence проведено исследование 3991 документа Scopus за 1919-2021 годы, включающих одновременно четыре ключевых слова «мировое (world)», «человеческое (human)», «промышленное (industrial)», «развитие (development)». Выявлен экспоненциальный прирост *количества документов*, начиная с 2000-х годов; топ-10 *стран* (США, Китай, Великобритания и т.д.); топ-10 *организаций* (Китайская академия наук, ВОЗ, Университет Цинхуа и т.д.); топ-10 *авторов* (Ф. Пега, Й. Удзита, Н. Леппинк и т.д.) с наибольшим количеством документов;

– на основе кластерного анализа с помощью программного инструмента VOSviewer проведена сетевая визуализация 360 документов Scopus с ключевыми словами «мировое (world)», «человеческое (human)», «промышленное (industrial)», «развитие (development)» за 2021 год. На основе создания наукометрических сетей сформированы *пять кластеров*, характеризующих области сосредоточения интереса научного сообщества: кластер человеческого развития и человекоцентричных ценностей; кластер устойчивого развития; кластер Индустрии 4.0 и технологических трансформаций; кластер постпандемических последствий и влияния пандемии на экономику и промышленность; кластер мирового развития и оздоровления организаций.

В ходе исследования предпосылок и оснований развития промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций постулированы возрастание скорости смены технико-технологических циклов и трансформация количественных характеристик законов научно-технологического развития. Настоящий период развития определен как «*период наибольшего ускорения*» в рамках *эпохи антропоцена как нового геохронологического уклада*. С периодом наибольшего ускорения связаны теории современного мироустройства VUCA и TUNA, а также их постпандемическая модификация BAN1 (рисунок 1).

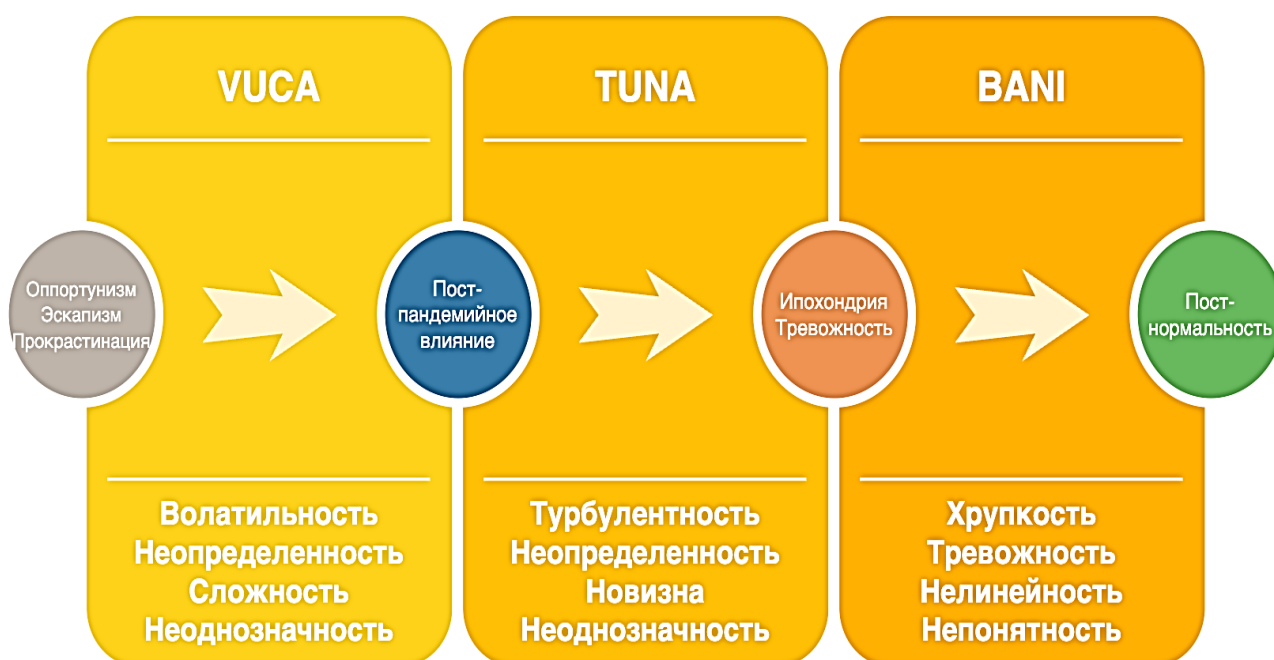


Рисунок 1 – Трансформация VUCA и TUNA-мира в BANI-состояние

На основе концепции технологической эволюции разработаны *сценарные циклы развития промышленных экосистем*, характеризующиеся четырехэтапным жизненным циклом (А – зарождение, В – рост (консолидация), С – зрелость и D – старение (насыщение, упадок)) и пятистадийной кривой (S1 – стадия становления; S2 – предварительная стадия роста; S3 – стадия реального роста; S4 – стадия зрелости; S5 – стадия спада). Для того чтобы предотвратить стадию спада на этапе зрелости, необходимо принять решение по трем сценарным вариантам дальнейшего развития события:

- 1) при продолжении текущей работы стадия спада неизбежна;
- 2) при проведении модернизации стадию спада возможно отсрочить;
- 3) при осуществлении трансформации возможно кардинально изменить траекторию жизненного цикла экосистемы.

Под *трансформацией* понимается кардинальное изменение траектории создания, укоренения и развития промышленной экосистемы. Другими словами, трансформационные изменения, по сути, представлены не эволюционными, а революционными. Основным драйвером технологических трансформаций признан процесс *модуляризации*.

В результате на основе качественных и количественных методов анализа доказана актуальность темы исследования, основным мотивом которого является следующий: «Мировое, человеческое и промышленное развитие реализуется на основе постулатов достижения целей устойчивого развития». При этом исключительно важным фактором устойчивости определен *промышленный потенциал*.

При формировании базиса теории экосистем в условиях технологических трансформаций экосистемный подход признан в качестве одного из важных инструментов для усиления устойчивого развития, а экосистемы рассмотрены как модели с наивысшей производственной эффективностью даже по сравнению с сетями и платформами. Козволюция расширения институционального представления предприятия, организации рассмотрена через следующие этапы:

социальный институт (закрытое предприятие) \Rightarrow сеть \Rightarrow платформа (предприятие полужакрытого типа) \Rightarrow экосистема (предприятие открытого типа).

Экосистема в современном междисциплинарном представлении рассмотрена как сложная эволюционирующая когерентная мультиакторная сеть субъектов, не управляемых иерархически, действующих одновременно в логике автономности и взаимосвязанности, отличающихся своими убеждениями и принципами принятия стратегических решений, целью которых является создание на основе ценностного подхода и самоорганизации совокупности продуктов и услуг. Экономическая экосистема выступает в качестве фасилитатора синергетического взаимодействия объектных (кластер, парк, зона), структурных (платформа), процессных (сеть) и инновационных (инкубатор, центр) составляющих.

В качестве *магистральных направлений* исследований экосистемной сущности выделены: промышленные экосистемы, социоэкосистемы, инновационные экосистемы, бизнес-экосистемы, технологические экосистемы, мультиакторные сети и предпринимательские экосистемы. Сделан вывод, что отличительной особенностью современного этапа развития экосистем является значимая роль цифровых технологий, на основе которых формируются цифровые платформы и цифровые экосистемы.

Предложенный теоретический подход к развитию экосистем в условиях технологических трансформаций позволяет разработать сценарные циклы развития экосистем с учетом вызовов динамичной внешней среды, потребностей и ценностей текущего и будущих поколений; внедрен в учебный процесс Воронежского государственного технического университета.

2 Конвергентная концепция устойчивого развития промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций.

Концепция устойчивого развития промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций представляет собой набор теорий и моделей мышления, включая методы исследования, постулаты и стандарты, определяющие, что является законным вкладом в область устойчивого развития промышленных экосистем. Конвергентная концепция устойчивого развития промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций включает одновременное сближение и учет разнонаправленных тенденций устойчивого развития, всеобщего устойчивого промышленного развития (ВУПР), экосистемного подхода, промышленной экологии, Индустрии 4.0 и Индустрии 5.0, цифрового развития (рисунок 2).



Рисунок 2 – Конвергентная концепция устойчивого развития промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций

В основу формирования концепции положена авторская хронология эволюции пяти этапов развития парадигмы устойчивого развития:

– *первый, вводный этап*: с конца XVIII века до создания Римского клуба в 1968 году и Первой конференции ООН по окружающей человека среде в Стокгольме в 1972 году;

– *второй этап*: с 1973 года по 1987 год, в котором был впервые представлен истинный смысл устойчивого развития в докладе Брундтланд;

– *третий этап*: период «после Брундтланд», ознаменованный активизацией интереса к устойчивому развитию в 1990-е годы;

– *четвертый этап*: принятие Целей устойчивого развития в 2015 году и формирование современной повестки в области устойчивого развития до 2030 года;

– *пятый этап*: постпандемийное восстановление, намеченное на 2022-2024 годы.

На основе представленной хронологии классическое Брундтландское определение устойчивого развития в современных условиях должно претерпеть изменения в сторону дополнения концепций развития, потребностей и будущих поколений концепцией ценностей. Другими словами, удовлетворение потребностей всех поколений целесообразно лишь на основе ESG-ценностей: экологических, социальных и корпоративных (управленческих).

Концепция устойчивого развития в промышленности раскрывается и реализуется через *всеобщее (инклюзивное) и устойчивое промышленное развитие (ВУПР)*, видение которого заключается в использовании полного потенциала вклада промышленности для долгосрочного и устойчивого развития. В рамках ВУПР наибольший интерес представляет *концепция промышленных экосистем* (рисунок 3).



Рисунок 3 – Концептуальное представление промышленной экосистемы

В контексте исследования основным отличительным признаком промышленной экосистемы выделен промышленный симбиоз, соединяющий концепции промышленных экосистем и устойчивого развития. Под *промышленным симбиозом* понимается подход, объединяющий несколько акторов (экономических систем, организаций или предприятий) на основе физического обмена материалами, энергией и отходами производства, создающий экономические преимущества для акторов и экологические, социальные выгоды для общества. В общем смысле промышленный симбиоз можно рассматривать как подход в циркулярной экономике в рамках более общей концепции промышленной экологии.

Наиболее объективными организационными формами проявления промышленных экосистем определены эко-индустриальные парки и сети промышленного симбиоза. При этом фактор наличия особого экономического режима и другие меры поддержки не играют существенной роли.

В качестве отличий экосистемы от кластера, от сетей, от платформ, от бизнес-инкубаторов, от различных объектов инновационной инфраструктуры, от особых экономических зон выделены следующие: стремление к устойчивости, способность экосистемы успешно развиваться без внешнего влияния или помощи, отсутствие барьеров для входа, непостоянный и меняющийся состав акторов, сильные кросс-функциональные и кросс-отраслевые коммуникации, самоорганизация, гомеостаз и самововлечение, коэволюция и т.д.

Таким образом, *сущность промышленной экосистемы* следует рассматривать в виде эмерджентной модели промышленной деятельности, на основе которой функционирует локализованная сложная эволюционирующая когерентная сеть множественных акторов, не управляемых иерархически, действующих одновременно в логике автономности и взаимосвязанности, самоорганизации и гомеостаза, отличающихся своими убеждениями и

принципами принятия решений, целью которых является достижение устойчивого развития и создание дополнительных ценностей для каждого актора текущего и будущего поколений на основе принципов промышленного симбиоза (мутуализации) и рециркуляции.

Конвергентная концепция устойчивого развития промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций позволяет представить промышленную экосистему как имманентно устойчивую модель промышленной деятельности; внедрена в учебный процесс Воронежского государственного технического университета.

3 Методология управления устойчивым развитием промышленных экосистем.

Методология управления устойчивым развитием промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций представлена как спектр от преимущественно количественного подхода к преимущественно качественному подходу, являясь по сути мультиметодным, междисциплинарным исследованием на основе континуума методологических подходов, закономерностей и принципов. Под *архитектурой методологии управления устойчивым развитием промышленной экосистемы* подразумеваются основные понятия или свойства промышленной экосистемы в окружающей среде, воплощенные в ее элементах, отношениях и конкретных принципах ее проектирования и развития. Разработанная архитектура методологии управления устойчивым развитием промышленных экосистем (рисунок 4) основана на содержательно-функциональной концепции методологического анализа научного знания и включает шесть уровней.



Рисунок 4 – Архитектурный секстет методологии управления устойчивым развитием промышленных экосистем

В рамках экономических исследований не существует общепринятой единой классификации методологических (общенаучных) подходов. В диссертационном исследовании разработана авторская таксономия методологических подходов в рамках методологии управления устойчивым развитием промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций (таблица 1).

Таблица 1 – Таксономия общенаучных методологических подходов в рамках методологии управления устойчивым развитием промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций

Уровень методологического анализа	Методологические подходы	Структурные компоненты (инварианты)
1 Гносеологический	Диалектический	Философские аспекты, факторы, условия
	Критический (оценочный)	Противоречия, критические аспекты, парадоксы
	Исторический	Предпосылки, тенденции, закономерности, тренды
	Политический	Приоритеты
2 Мирозренческий	Системный	Концептуальное представление промышленной экосистемы и механизма оркестрации ее устойчивого развития
	Синергетический	Система «черного ящика» на основе самоорганизации и эмерджентного поведения
	Экосистемный	Система «черного ящика» на основе симбиоза
	Кибернетический	Управление системой «черного ящика»
	Ценностный	Ключевые ценности текущего и будущих поколений
3 Онтологический	Метасистемный	Объект, предмет, категории и термины, цели, задачи
4 Семантический (научно-содержательный)	Междисциплинарный	Сущность, связи, структура, состав, характеристики (качественные, количественные, временные), функции, свойства, специфика, принципы, концепции, стадии, этапы, формы, направления, пути
	Кибер-социо-техно-когнитивный	
5 Технологический	Технологический	Диагноз, оценка, прогноз, модель, проект, программа, результат
	Ценологический	Вероятностные сценарии устойчивого развития промышленной экосистемы
6 Научно-методический (прикладной)	Методический	Методические подходы, методики, алгоритмы

В основу методологии управления устойчивым развитием промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций положены общенаучные принципы комплексности, многопричинности, системности, историзма и др. По результатам системного исследования 8 принципов устойчивого развития, 11 принципов экосистемного подхода, 3 ESG-принципов, 3 принципов ВУПР, 4 принципов промышленных экосистем, 8 принципов промышленного симбиоза и 7 принципов циркулярности сформирована авторская классификация 36 принципов управления устойчивым развитием промышленных экосистем, отражающих вызовы технологических трансформаций (таблица 2).

Предложенные принципы управления устойчивым развитием промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций соотнесены с пятью методологическими закономерностями: принципы будущности описываются метасистемными закономерностями; принципы сотрудничества – интегративными закономерностями; принципы развития – генетическими закономерностями; принципы организации управления и принципы симбиоза – функциональными закономерностями; принципы технологизации описываются структурными закономерностями.

Методология управления устойчивым развитием промышленных экосистем позволяет определить теоретическую перспективу понимания возможности применения методов, их наборов или передового опыта для решения проблем управления устойчивым развитием промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций.

Таблица 2 – Принципы управления устойчивым развитием промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций

1 Принципы будущности	2 Принципы сотрудничества	3 Принципы развития
1.1 Принцип всеобщего процветания	2.1 Принцип когерентности	3.1 Принцип неизбежности изменений
1.2 Принцип учета интересов текущего и будущего поколений	2.2 Принцип открытости и отсутствия барьеров	3.2 Принцип коэволюции
1.3 Принцип созидательности	2.3 Принцип глокализации автономности и взаимосвязанности акторов	3.3 Принцип постепенности изменений
1.4 Принцип человекоцентричности в эпоху антропоцена	2.4 Принцип солидарологии	3.4 Принцип имманентной устойчивости
	2.5 Принцип взаимозависимости	3.5 Принцип отсутствия достаточной необходимости жизнестойкости (надежности, стабильности, неуязвимости, когерентности) для устойчивости
	2.6 Принцип соблюдения интересов	3.6 Принцип гетерогенности (разнообразия)
	2.7 Принцип эмерджентности поведения	3.7 Принцип глокализации устойчивости (стабильности, порядка, равновесия) и развития (изменчивости, хаоса)
	2.8 Принцип междисциплинарности и кросс-отраслевого взаимодействия	
	2.9 Принцип инклюзивности	

4 Принципы организации управления	5 Принципы симбиоза	6 Принципы технологизации
4.1 Принцип децентрализации управления	5.1 Принцип промышленного мутуализма	6.1 Принцип модуляризации, платформизации
4.2 Принцип самоуправления, гомеостаза, саморазвития	5.2 Принцип экономики ресурсов	6.2 Принцип конвергенции естественного и искусственного интеллектов
4.3 Принцип одноранговости отношений	5.3 Принцип рециркуляции	6.3 Принцип интеллектуализации
4.4 Принцип локализации		6.4 Принцип наибольшего ускорения в условиях перехода от Индустрии 4.0 и Индустрии 5.0
4.5 Принцип коллективного целеполагания		6.5 Принцип метасистемности
4.6 Принцип долговременности целей управления		6.6 Принцип мультимодальности
4.7 Принцип идиосинкразической и ковариативной конкурентоспособности		

Методология управления устойчивым развитием промышленных экосистем внедрена в учебный процесс Воронежского государственного технического университета.

4 Методика оценки устойчивости промышленной экосистемы в условиях технологических и экономических флуктуаций.

В преддверии разработки методики оценки устойчивости промышленной экосистемы в диссертационном исследовании сформирован практико-ориентированный методический подход к исследованию опыта управления устойчивым развитием промышленных экосистем, на основе восьми этапов которого проанализирован национальный срез промышленных экосистем, в том числе эко-индустриальных парков и сетей промышленного симбиоза Дании, Норвегии, Швеции, Финляндии, России. Выделены *общие тенденции* развития промышленных экосистем: объем рециклинга ресурсов увеличивается в процессе существования промышленных экосистем; растет разнообразие акторов, ресурсов и потоков; локальность расположения акторов в промышленной экосистеме со временем существования и развития промышленной экосистемы сокращается; количество взаимозависимых отношений увеличивается, однако эта тенденция находится в зависимости от границ промышленной экосистемы.

Сложность состоит в том, что все рассмотренные промышленные экосистемы развивались на принципах самоорганизации, то есть «сами собой», из уже существующих промышленных структур и вокруг существующих факторов спроса и предложения. Масштабировать данный опыт создания и развития промышленных экосистем в других экосистемах крайне сложно. Для каждой промышленной системы потребуется свое собственное исследование,

поскольку ее характеристики являются системно-специфическими. В России по состоянию на начало 2022 года выявлен первый и единственный опыт по созданию эко-индустриального парка на базе экосистемы промышленного симбиоза Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

Разработанная методика оценки устойчивости промышленной экосистемы в условиях технологических и экономических флуктуаций (рисунок 5) построена на комплицировании трех методов: метода нечетких множеств, метода упорядочивания предпочтений по сходству с идеальным решением, метода ранг-суммирования, и включает 9 этапов.

Методика базируется на предположении о том, что уровень устойчивости промышленных экосистем можно оценить как:

$$S = f\left(St = IV = \frac{1}{V}, R = Rl, E = C\right), \quad (1)$$

где S – устойчивость промышленной экосистемы;

St – стабильность, выраженная через показатель неузвимости (IV), обратный показателю узвимости (V);

R – жизнестойкость промышленной экосистемы, выраженная через показатель надежности (Rl);

E – экосистемность, выраженная через когерентность (C) промышленной экосистемы.



Рисунок 5 – Методика оценки устойчивости промышленных экосистем в условиях технологических и экономических флуктуаций

В целях оценки устойчивости промышленных экосистем сформирована система показателей (таблица 3), включающая 13 показателей.

Таблица 3 – Система показателей оценки устойчивости промышленных экосистем по трем компонентам

Компоненты	Показатели оценки	Ед. изм.
1 Стабильность (неуязвимость)	X1.1 Коэффициент эластичности отрасли	Коэффициент
	X1.2 Объем промышленного производства на душу населения в регионе	Млн руб.
	X1.3 Стандартное отклонение темпов роста местных цен на сырье	%
	X1.4 Стандартное отклонение темпов роста валового регионального производства (ВРП)	%
	X1.5 Доля инвестиций в экологическое управление в ВРП	%
2 Жизнестойкость (надежность)	X2.1 Доля убыточных акторов	%
	X2.2 Доля ресурсоориентированной промышленной продукции в общем объеме промышленного производства	%
	X2.3 Внешнеторговая зависимость	%
	X2.4 Доля доминирующей промышленной продукции в общем объеме производства	%
	X2.5 Доля несырьевой промышленной продукции в общем объеме промышленной продукции	%
	X2.6 Коэффициент производства запасов	Коэффициент
	X2.7 Доля инвестиций в основной капитал	%
3 Экосистемность (когерентность)	X3.1 Степень корреляции между акторами	Коэффициент

Для некоторых показателей (выделены жирным в таблице 3) более высокие значения указывают на более высокий уровень устойчивости промышленной экосистемы, и эти показатели считаются *положительными* (X1.1, X1.2, X1.5, X2.4, X2.5, X2.6, X2.7, X3.1). Для других показателей более высокие значения указывают на более низкий уровень устойчивости в промышленной экосистеме, и эти показатели рассматриваются как *отрицательные* (X1.3, X1.4, X2.1, X2.2, X2.3).

Методика оценки устойчивости промышленной экосистемы в условиях технологических и экономических флуктуаций апробирована на трех промышленных зонах – Воронежской, Липецкой и Белгородской областях – включающих 11 объектов оценки. В результате рассчитан интегральный индекс устойчивости для каждого объекта оценки. Анализируемые промышленные зоны проранжированы по интегральному показателю устойчивости (рисунок 6).

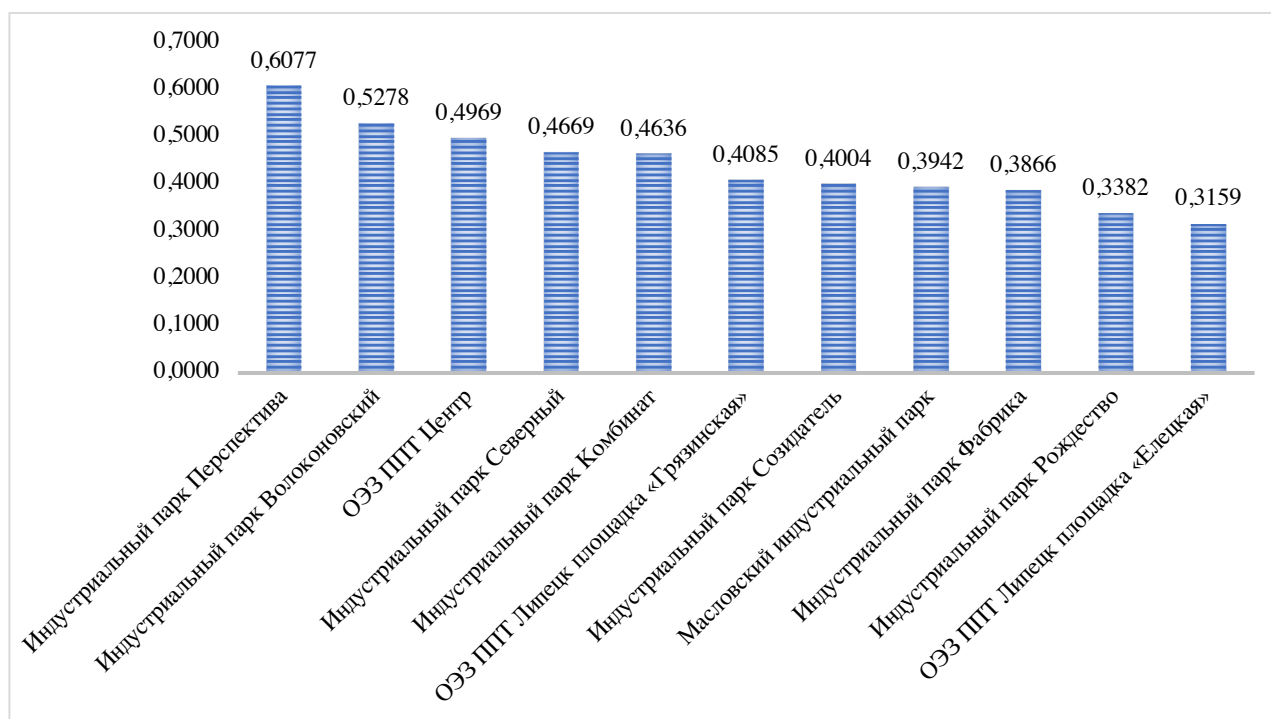


Рисунок 6 – Ранжирование анализируемых промышленных зон по интегральному показателю устойчивости за 2020 год

Определен объект с наибольшей устойчивостью (идеальное решение) – Индустриальный парк Перспектива, и с наименьшей устойчивостью (наихудшее решение) – ОЭЗ ППТ Липецк площадка «Елецкая». Все объекты распределены по уровню устойчивости на три группы: высокая, средняя, низкая устойчивость (таблица 4).

Таблица 4 – Показатели устойчивости по трем компонентам в виде тепловой карты для оцениваемых объектов

Промышленная зона	Стабильность (неуязвимость)	Жизнестойкость (надежность)	Экосистемность (когерентность)	Интегрированный показатель устойчивости	Ранг	Группа устойчивости
Индустриальный парк Перспектива	0,7424	0,5542	0,2727	0,6049	1	Высокая
Волоконовский	0,3925	0,7078	0,2727	0,5530	2	Средняя
ОЭЗ ППТ Центр	0,5807	0,3857	0,0606	0,4357	3	Средняя
Индустриальный парк Северный	0,2811	0,5284	1,0000	0,4695	4	Средняя
Индустриальный парк Комбинат	0,4067	0,4635	0,3939	0,4363	5	Средняя
ОЭЗ ППТ Липецк площадка «Грязинская»	0,3383	0,5384	0,6667	0,4713	6	Средняя
Индустриальный парк Созидатель	0,2000	0,5819	0,6667	0,4416	7	Средняя
Масловский индустриальный парк	0,5800	0,2278	0,6061	0,3924	8	Низкая
Индустриальный парк Фабрика	0,6099	0,3009	0,0000	0,3966	9	Низкая
Индустриальный парк Рождество	0,1906	0,3541	0,4242	0,2966	10	Низкая
«Елецкая»	0,3383	0,3088	0,6667	0,3477	11	Низкая

В результате множественного регрессионного анализа получено уравнение регрессии: $Y = 8,5E-5 + 0,3846X_1 + 0,5383X_2 + 0,07692X_3$. По максимальному коэффициенту $\beta_2=0,908$ сделан вывод, что наибольшее влияние на устойчивость оказывает фактор жизнестойкости (неуязвимости). Статистическая значимость

уравнения проверена с помощью коэффициента детерминации и критерия Фишера. Установлено, что в исследуемой ситуации 100% общей вариабельности Y объясняется изменением факторов X_j . Установлено также, что один или несколько параметров модели статистически не значимы.

Методика оценки устойчивости промышленной экосистемы в условиях технологических и экономических флуктуаций позволяет прогнозировать величину устойчивости по отношению к эколого-, социально-, управленчески и экономически приемлемому уровню ESG-результатов. Методология количественной оценки уязвимости промышленной экосистемы и сравнение уязвимости различных факторов промышленной экосистемы в условиях экономических колебаний внедрены в ООО «ПК РАЦИОНАЛ». Методика оценки уязвимости промышленной экосистемы внедрена в ООО «Шанс Энтерпрайз» с экономическим эффектом от снижения уровня уязвимости в 15,56 млн рублей ежегодно.

5 Механизм оркестрации устойчивого развития промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций.

В диссертационном исследовании определено, что в любой экосистеме, в том числе промышленной, отсутствуют прямые управленческие воздействия субъекта управления на объект. При управлении устойчивым развитием промышленных экосистем возможно только децентрализованное управление на основе примата одноранговых отношений над вертикалью власти. Существенную роль при этом играют процессы самоорганизации, гомеостаза акторов. В этих условиях становится целесообразен лишь процесс оркестрации: термин «управление» в контексте экосистемного подхода может быть заменен на термин «оркестрация». Разработанный механизм оркестрации устойчивого развития промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций представлен на рисунке 7.

Под *механизмом оркестрации устойчивого развития промышленной экосистемы в условиях технологических трансформаций* понимается система экзогенных и эндогенных инициатив субъекта (внутреннего оркестратора, фасилитатора из числа акторов экосистемы или сторонней организации) по обеспечению управленческой, ресурсной поддержки и оркестрации динамики процесса перехода промышленной экосистемы от исходного к устойчивому состоянию с учетом вызовов технологических трансформаций на основе трех компонентов устойчивости и четырех составляющих экосистемы, набора соответствующих функций, методов и инструментария с целью достижения комплекса долгосрочных ESG-результатов.

Субъект управления в механизме оркестрации устойчивого развития промышленных экосистем формируется на основе распределения между акторами новых ролей – оркестратора экосистемы (пейсмейкера или пейссеттера; мастеринтеллекта как интеллектуального лидера, задающего темп экосистемному развитию; мэтчмейкера как сетевого оркестратора). В ряде случаев роль оркестратора в промышленной экосистеме играет *специализированная организация*, выполняющая роль посредника между сотрудничающими компаниями.

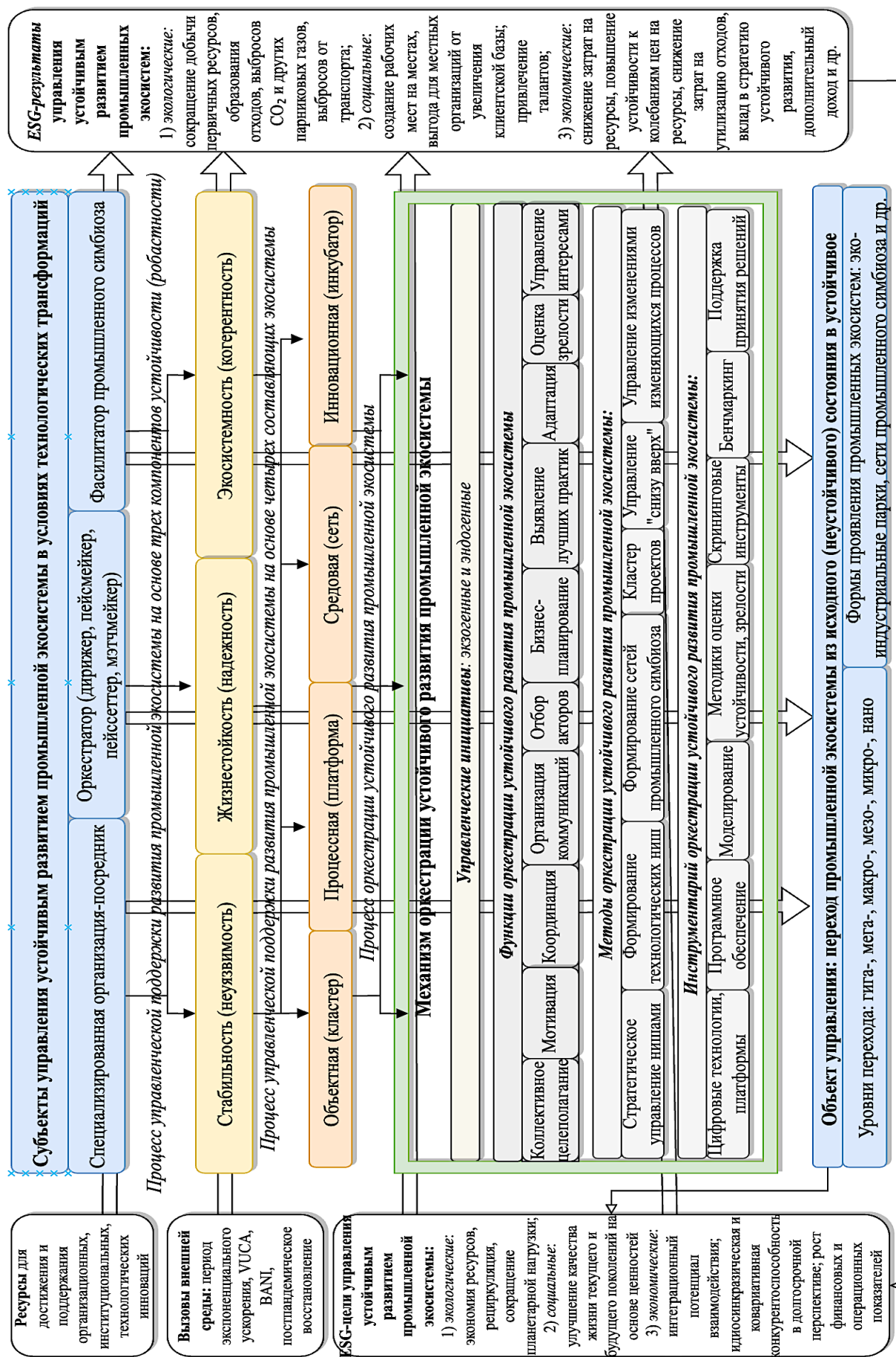


Рисунок 7 – Механизм оркестрации устойчивого развития промышленной экосистемы в условиях технологических трансформаций

Под *управлением устойчивым развитием промышленной экосистемы в условиях технологических трансформаций* понимается целенаправленная деятельность оркестратора (актора экосистемы, специализированной организации, выполняющей роль посредника между сотрудничающими компаниями) по созданию местного устойчивого партнерства на основе сотрудничества в рамках симбиотического обмена в единой сети, в результате чего достигается бóльшая устойчивость к внешним и внутренним изменениям, когда акторы промышленной экосистемы становятся сильнее вместе, чем каждый из них по отдельности. Создание промышленной экосистемы намного сложнее, чем отдельных симбиотических обменов. Процесс *оркестрации экосистемы* определяется как набор действий ведущего актора по обеспечению институциональной стабильности, соблюдению экосистемных правил всеми акторами.

Основной управленческой функцией в контексте мировоззренческих аспектов солидарологии выступает *коллективное целеполагание акторов* в промышленной экосистеме. Целеполагание в промышленной экосистеме формируется через коллективный образ будущего, когда субъект управления не имеет монополии на ресурсы и производственные мощности. Природной метафорой коллективного управления является *мурмурация* – скоординированный полет больших птичьих стай. Динамические структуры, создаваемые птицами, позволяют им получать максимальное количество необходимой информации от стаи. Другой важной функцией управления в системе управления устойчивым развитием промышленной экосистемы становится функция *координации* оркестратором акторов экосистемы.

Помимо самых важных функций коллективного целеполагания и координации у оркестратора экосистемы возникают *дополнительные функции управления* коммуникациями, отбора акторов, согласования, разработки бизнес-планов, выявления лучших практик и кейсов, адаптации и оценки экосистемной зрелости, мотивации, координации и управления различными интересами, достижения и сохранения когерентности и согласованности между акторами в экосистеме.

Трансформация классических функций управления в промышленной экосистеме влечет за собой трансформацию классических методов управления: в качестве главного организационно-административного метода выступает метод проектов и инструмент «кластер проектов». Применяются управленческие *методы «снизу вверх», методы управления изменениями*. На первое место в группе *социально-психологических методов* в системе управления устойчивым развитием промышленных экосистем выходят *мягкие методы управления, когнитивные методы управления*. В группе *экономических методов* применяются *методы конкуренции* за привлечение ресурсов и производственных мощностей.

Инструментарий оркестрации устойчивого развития промышленных экосистем представлен: цифровыми технологиями, платформами; программным обеспечением для быстрого скрининга потенциала промышленной экосистемы; виртуальными отраслевыми профилями

(отраслевыми чертежами) для партнерства в обрабатывающей промышленности; паттернами, типовыми случаями и лучшими практиками управления промышленными экосистемами; интегрированными решениями моделей планирования с учетом спроса и энергопотребления и программным обеспечением для составления расписаний, чтобы в режиме реального времени управлять гибкостью отдельного актора (завода/компании) в качестве вклада в оптимизацию всего кластера на системном уровне; инструментами оценки устойчивости, жизненного цикла для оценки и оптимизации использования отходов/побочных продуктов в сети различных акторов в различных отраслях; рекомендательными системами для согласования потребностей в ресурсах; многокритериальной поддержкой принятия решений для технологий преобразования энергии, воды, сырья; математическими инструментами для поддержки принятия решений в распределении затрат симбиоза и установлении цен; методологией и программной платформой для реализации инновационного промышленного симбиоза и т.д.

Механизм оркестрации устойчивого развития промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций позволяет ускорить динамику перехода промышленной экосистемы от исходного к устойчивому состоянию и достичь экологические, социальные и экономические цели и результаты создания стойкой инфраструктуры, содействия устойчивой индустриализации и инновациям; внедрен в учебный процесс Воронежского государственного технического университета.

6 Алгоритм трансформации промышленной экосистемы в устойчивое состояние.

В целях трансформации промышленной экосистемы в устойчивое состояние разработан алгоритм, основанный на оценке готовности экосистемы к трансформации в устойчивое состояние (рисунок 8). Для реализации предложенного алгоритма трансформации промышленной экосистемы в устойчивое состояние на практике необходим *фасилитатор*, в роли которого выступает актор, содействующий успешной экосистемной коммуникации. В качестве фасилитаторов в экосистеме могут выступать государственные институты, институты развития; промышленная компания – актор экосистемы или привлеченная со стороны; университет или научная организация; общественность и гражданское общество, основанные на СМИ и культуре. Ожидания от деятельности фасилитатора включают улучшение структуры и ответственность за постоянный прогресс, инновационные решения и сотрудничество между акторами, которые обычно не взаимодействуют друг с другом. Коллаборируя на основе нетворкинга и неформальных сетей с акторами, разделяющими схожие ценности и подходы к устойчивому развитию, и налаживая с ними связи, фасилитатор может получить множество преимуществ, таких как расширение знаний по теме, информация о предстоящих проектах и возможностях финансирования, а также знакомство с соответствующими заинтересованными сторонами. Фасилитатор должен обладать предпринимательским складом ума, активной позицией, терпением в процессе, упорной работоспособностью, верой в идею и удачу.

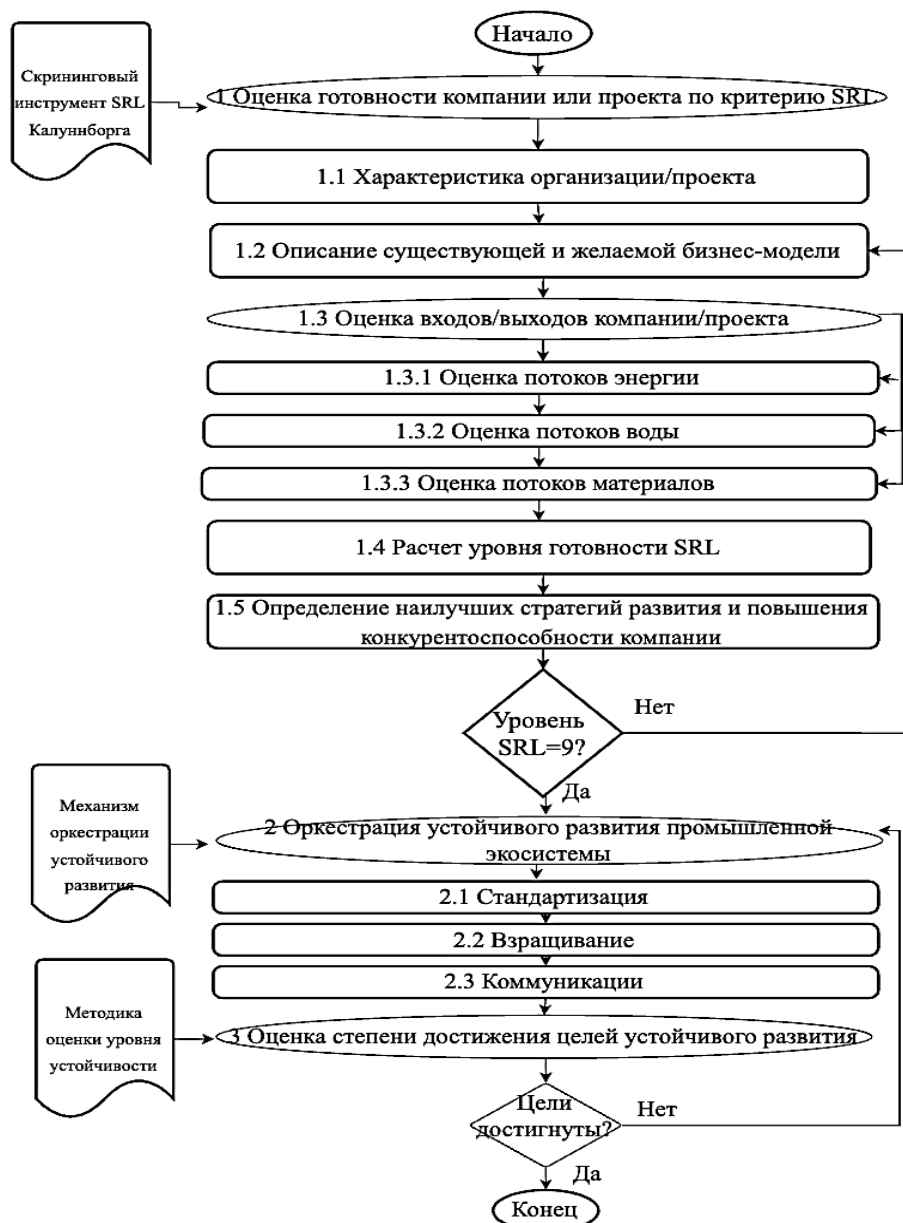


Рисунок 8 – Алгоритм трансформации промышленной экосистемы в устойчивое состояние

Оценка готовности промышленной экосистемы является важной отправной точкой для понимания процессов оркестрации и трансформации. Цель оценки готовности заключается в том, чтобы акторы экосистемы (будущие и настоящие) могли определить и глубже понять пробелы, связанные с трансформацией парадигмы устойчивого развития. Для оценки готовности рекомендовано использовать скрининговый инструмент измерения уровня готовности к симбиозу (SRL), основанный на анкетировании, позволяющий определить как потенциал трансформации компании в устойчивое состояние, так и ее мотивацию и готовность вступить в промышленную экосистему. SRL может использоваться для описания и характеристики различных стадий развития как организации, так и конкретного проекта, а также для определения необходимых компетенций в отношении юридических, финансовых, экологических и управленческих потребностей. Фасилитаторы промышленной экосистемы могут получить обзор текущих проектов, а также ретроспективно определить

препятствия для нереализованных проектов с помощью инструмента SRL. SRL определяет степень зрелости компании по девятиуровневой шкале (рисунок 9): от поддержки идеи до полностью реализованного промышленного симбиоза как части устойчивой сети.



Рисунок 9 – Уровни готовности к симбиозу (SRL) по методике скрининга Калуннборга

После оценки готовности к переходу рекомендовано перейти к этапу непосредственной трансформации на основе механизма оркестрации устойчивого развития. При этом оркестрация осуществляется на основе трех последовательно-параллельных процессов:

1) *стандартизация*: крупные компании – акторы промышленных экосистем – должны принимать участие в мероприятиях по разработке отраслевых стандартов и правил, установлению норм и требований, связанных с моделями ведения устойчивого бизнеса;

2) *вращивание*: лидеры экосистемы должны стимулировать малые и средние компании к участию в инициативах и проектах по устойчивому развитию на основе инвестиций в инновационную инфраструктуру и цифровые технологии;

3) *управление взаимодействиями и коммуникациями*: лидеры экосистемы могут использовать программы селективного сотрудничества в целях управления устойчивым развитием.

Алгоритм трансформации промышленной экосистемы в устойчивое состояние способствует разработке устойчивой бизнес-модели и наилучшей стратегии устойчивого развития. Например, в качестве управленческого подхода к устойчивому развитию промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций по аналогии с социотехническим системным переходом возможно применить *стратегическое управление нишами* – стратегию организованного перехода, основанную на создании защищенных локализованных пространств промышленной экосистемы с целью последующих изменений в текущей конфигурации системы.

Предложенный алгоритм позволяет экосистемному оркестратору оценить уровень готовности к трансформации, организовать содействие созданию сетей промышленного симбиоза, после чего на основе разработанного механизма оркестрации устойчивого развития (рисунок 7) в итоге добиться различных

локальных выгод и конкурентных преимуществ, например, дифференциации и лидерства по затратам. Особенно данный алгоритм подходит для ресурсоемких отраслей обрабатывающей промышленности с наличием потенциала перехода к промышленному симбиозу; внедрен в учебный процесс Воронежского государственного технического университета. Методика оценки уровня цифровой зрелости промышленной экосистемы внедрена в ООО «ФЕНЦИ» и в ООО «ППГ Индастриз Липецк»; модель оценки динамики зрелости промышленной экосистемы внедрена в ООО «Кемин Индастриз (Липецк)».

7 Рекомендации по совершенствованию управления устойчивым развитием промышленных экосистем на основе симбиоза и рециркулярности.

В качестве рекомендаций по совершенствованию управления устойчивым развитием промышленной экосистемы в диссертационном исследовании предлагается *формирование сетей промышленного симбиоза*, благодаря чему выявляется наибольший потенциал и иницируются новые проекты, обеспечивающие постоянную оптимизацию ресурсов. При этом промышленная экосистема определяется как сеть акторов, взаимосвязанных на основе промышленного симбиоза, выполняющих *две основные функции*: рециркуляцию полученных отходов; экономию необходимых ресурсов. Без какого-либо симбиотического взаимодействия первичные ресурсы закупаются у традиционных поставщиков, а отходы утилизируются на полигонах. При наличии сформированных сетей промышленного симбиоза в экосистеме происходит замена первичных входных потоков энергии и материалов на производственные отходы других акторов. Одной из форм проявления промышленного симбиоза в экосистеме выступает *мутуализм (мутуализация)* как взаимовыгодные межакторные отношения по поводу распределения материальных и энергетических потоков.

Первым промышленным симбиозом в мире и примером лучшей практики признан эко-индустриальный парк Калуннборг в Дании. Промышленная экосистема Калуннборга выстроена на основе обменного кругооборота входящих-выходящих потоков ресурсов материальных отходов, энергии, воды и информации между тринадцатью акторами (рисунок 10). Всего в промышленном симбиозе Калуннборга участвуют пять 5 энергетических потоков, 7 видов водных потоков, 11 видов материальных потоков. К своим стратегическим задачам промышленная экосистема Калуннборга относит: укрепление партнерства; полное использование ресурсов; распространение менталитета симбиоза. В кластер проектов Калуннборга входит семь проектов по симбиозу, управлению отходами и зеленому переходу. Амбициозная цель Калуннборга – десять полностью реализованных проектов к 2025 году.

Для промышленной экосистемы, состоящей из f акторов, обменивающихся w отходами, определяются две матрицы: P и C . $P - f \times w$ матрица, отображающая структуру производства отходов: общий элемент P_{ij} обозначает количество отходов j , произведенных актором i и обмениваемых в рамках промышленной экосистемы. Аналогично, $C - f \times w$ матрица, отображающая структуру использования отходов: общий элемент C_{ij} обозначает количество отходов j ,

используемых фирмой i в результате симбиотического обмена внутри промышленной экосистемы.

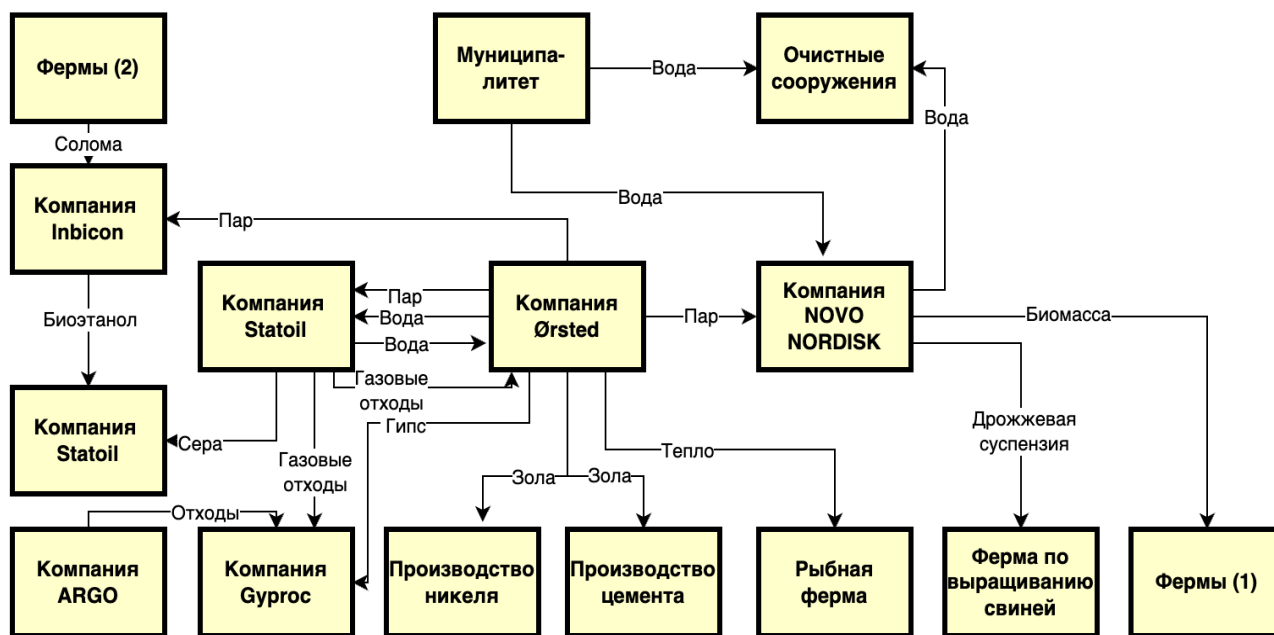


Рисунок 10 – Карта симбиотических обменов в промышленной экосистеме Калуннборга

Матрицы P и C , отображающие структуры производства и использования отходов промышленной экосистемы, используются для расчета индексов акторного разнообразия и совместности использования отходов. Индекс *повсеместности* в производстве определяется как количество фирм, которые производят эти отходы:

$$D_{IES} = w, \quad (2)$$

а индекс *повсеместности* в использовании – как количество фирм, которые используют эти отходы.

Рассчитанные индексы *повсеместности* в производстве и в использовании отходов для промышленной экосистемы Калуннборга представлены в таблице 5. **Таблица 5 – Индексы *повсеместности* в производстве и в использовании отходов для промышленной экосистемы Калуннборга**

Вид отходов	Индекс <i>повсеместности</i> в производстве	Индекс <i>повсеместности</i> в использовании
Вода [м ³]	4	4
Отходящие газы [т]	1	2
Биомасса [т]	1	1
Зола [т]	1	2
Тепло [т]	1	1
Пар [т]	1	3
Дрожжевой навоз [м ³]	1	1
Серное удобрение [т]	1	1
Гипс [т]	1	1
Отходы [т]	1	1
Солома [т]	1	1
Биоэтанол [т]	1	1
Среднее значение	1,25	1,58

В среднем акторы промышленной экосистемы Калуннборга производят 1

вид отходов и используют 1,2 видов отходов. В среднем, каждый отход производится 1,25 фирмами и используется 1,58 фирмами. В структуре производства повсеместность отходов равна четырем для воды и единице – для всех остальных отходов. В структуре использования вода имеет повсеместность равную четырем, пар – трем, отходящие газы и летучая зола – двум, а остальные отходы – единице.

Разнообразие промышленной экосистемы на основе сети промышленного симбиоза определяется как количество обменивающихся отходов между акторами. Акторное разнообразие определяется относительно структуры производства D_i^P и структуры отходов D_i^C . В структуре производства оно определяется как сумма соотношений между количеством каждого вида отходов, производимых фирмой, и количеством этих отходов, производимых в рамках промышленной экосистемы:

$$D_i^P = \sum_{j|P_{ij}>0} \frac{P_{ij}}{\sum_{i=1}^f P_{ij}}. \quad (3)$$

Аналогично, разнообразие акторов в структуре использования определяется как сумма соотношений между количеством каждого отхода, используемого актором, и количеством этих отходов, используемых в рамках промышленной экосистемы:

$$D_i^C = \sum_{j|C_{ij}>0} \frac{C_{ij}}{\sum_{i=1}^f C_{ij}}. \quad (4)$$

Оба этих индекса варьируются от нуля до w : чем выше значение, тем выше акторное разнообразие. Каждый отход, обмениваемый в рамках промышленной экосистемы, связан с двумя индексами повсеместности: повсеместность в производстве и повсеместность в использовании. Рассчитанные индексы акторного разнообразия структуры производства и структуры использования отходов для промышленной экосистемы Калуннборга представлены в таблице 6. Индекс акторного разнообразия промышленной экосистемы Калуннборга колеблется от 0 до 4,1471 и от 0 до 2,1176 в структурах производства и использования отходов соответственно.

Реализуя функции рециркуляции отходов и экономии ресурсов, акторы промышленной экосистемы сокращают свои производственные затраты и увеличивают экономическую эффективность, что, в свою очередь, способствует повышению конкурентоспособности, устойчивости и жизнеспособности компаний на рынках. В то же время промышленная экосистема через реализацию основных функций внутри экосистемы обеспечивает ряд преимуществ для окружающей среды, выражающихся в сокращении вреда от производственной деятельности (уровень выбросов, сокращение потребления воды, сырья и т.д.).

Предложенные рекомендации по совершенствованию управления устойчивым развитием промышленных экосистем позволяют реализовать сети промышленного симбиоза на практике в целях снижения воздействия на окружающую среду при одновременном расширении экономической деятельности.

Таблица 6 – Индексы акторного разнообразия структуры производства и структуры использования отходов для промышленной экосистемы Калуннборга

Актор	Индекс акторного разнообразия относительно структуры производства	Индекс акторного разнообразия относительно структуры использования
DongEnergy	4,1471	0,8851
Муниципалитет	0,1496	0,0000
Очистные сооружения	0,0000	0,7006
Компания Novo Nordisk	2,7006	0,4829
Свиноводческая ферма	0,0000	1,0000
Фермы (1)	0,0000	1,0000
Рыбная ферма	0,0000	1,0000
Производство цемента	0,0000	0,6667
Производства никеля	0,0000	0,3333
Компания ARGO	1,0000	0,0000
Компания Gyproc	0,0000	2,1176
Компания Ørsted	0,0000	1,0000
Компания Statoil	2,0027	1,4805
Компания Inbicon	1,0000	1,3333
Фермы (2)	1,0000	0,0000

Научная разработка, связанная с переходом к «умному» производству в условиях цифровизации на основе единой промышленной платформы, внедрена в ООО «Дока Липецк» с запланированным экономическим эффектом от внедрения – 5 млн рублей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1 В результате формирования базиса теории экосистем в условиях внедрения цифровых технологий экосистемный подход признан в качестве одного из важных инструментов для усиления устойчивого развития, а экосистемы рассмотрены как модели с наивысшей производственной эффективностью даже по сравнению с сетями и платформами. Представлена *эволюция* экосистем через следующие этапы: социальный институт (закрытое предприятие) ⇒ сеть ⇒ платформа (предприятие полузакрытого типа) ⇒ экосистема (предприятие открытого типа). Выделены основные *определения* экосистемы, четыре *составляющие* экосистемы (объектная, бизнес-процессная, средовая и инновационная). В качестве *магистральных направлений* исследований экосистемной сущности определены промышленная экология, инновационные экосистемы, бизнес-экосистемы, технологические экосистемы, мультиакторные сети и предпринимательские экосистемы. Сделан вывод, что *отличительной особенностью* современного этапа развития экосистем является значимая роль цифровых технологий, на основе которых формируются цифровые платформы и цифровые экосистемы.

2 В результате формирования конвергентной концепции устойчивого развития промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций развиты особенности устойчивого развития промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций. Среди фундаментальных концепций,

оказывающих первостепенное влияние на процессы развития экономических систем на современном этапе, выделены: конвергенция и глокализация концепций устойчивого развития, всеобщего устойчивого промышленного развития (ВУПР) и цифрового развития; концепция промышленных экосистем; концепции четвертой (Индустрия 4.0) и пятой (Индустрия 5.0) промышленных революций, порождающие технологические трансформации. Сделан вывод, что пятая промышленная революция, Индустрия 5.0, ориентирована не только на цифровую трансформацию, а в большей степени на коммуникацию людей и созданных цифровых технологий. В результате сформирована конвергентная концепция устойчивого развития промышленных экосистем в условиях перехода от Индустрии 4.0 к Индустрии 5.0, включающая комплексирование теорий и концепций, связанных отношениями понятий, моделей, а также разного рода предпосылок и оснований.

3 Методология управления устойчивым развитием промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций представлена как спектр от преимущественно количественного подхода к преимущественно качественному подходу, представляя собой мультиметодное, междисциплинарное исследование на основе континуума методологических подходов, закономерностей и принципов. Разработанная архитектура методологии управления устойчивым развитием промышленных экосистем основана на содержательно-функциональной концепции методологического анализа научного знания и включает шесть уровней: гносеологический, парадигмальный (мировоззренческий), метауровень (онтологический), научно-содержательный (семантический), технологический и научно-методический (прикладной) уровни. Разработана таксономия общенаучных методологических подходов, включающая диалектический, критический (оценочный), исторический, политический, системный, синергетический, экосистемный, кибернетический, ценностный, метасистемный, междисциплинарный, кибер-социо-техно-когнитивный, технологический, ценологический и методический подходы. В основу методологии управления устойчивым развитием промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций положены общенаучные принципы комплексности, многопричинности, системности, историзма и др. Сформирована авторская таксономия 36-ти *принципов* управления устойчивым развитием промышленных экосистем, отражающих вызовы технологических трансформаций. Выделенные принципы систематизированы по шести укрупненным группам, после чего соотнесены с пятью методологическими закономерностями.

4 Разработанная методика оценки устойчивости промышленной экосистемы в условиях технологических и экономических флуктуаций построена на комплицировании трех методов: метода нечетких множеств; метода упорядочивания предпочтений по сходству с идеальным решением; метода ранг-суммирования и включает 9 этапов. Суть методики сводится к предположению о том, что уровень устойчивости промышленных экосистем можно оценить через оценку стабильности, выраженной через показатель неуязвимости, обратный показателю уязвимости; жизнестойкости промышленной экосистемы,

выраженной через показатель надежности; экосистемности, выраженной через когерентность промышленной экосистемы. В результате сформирована система показателей оценки устойчивости промышленных экосистем, включающая 13 показателей.

Методика оценки устойчивости промышленной экосистемы в условиях технологических и экономических флуктуаций апробирована на трех промышленных зонах – Воронежской, Липецкой и Белгородской областях, включающих 11 объектов оценки: Масловский индустриальный парк, ОЭЗ ППТ Центр, Индустриальный парк Перспектива, Индустриальный парк Рождество, Индустриальный парк Созидатель, ОЭЗ ППТ Липецк площадка «Грязинская», ОЭЗ ППТ Липецк площадка «Елецкая», Индустриальный парк Волоконовский, Индустриальный парк Комбинат, Индустриальный парк Северный, Индустриальный парк Фабрика. В результате определен объект с наибольшей устойчивостью (идеальное решение) – Индустриальный парк Перспектива, и с наименьшей устойчивостью (наихудшее решение) – ОЭЗ ППТ Липецк площадка «Елецкая». Все объекты распределены по уровню устойчивости на три группы: высокая, средняя, низкая устойчивость.

5 Представлена концептуальная модель механизма управления переходом к устойчивому состоянию промышленной экосистемы на основе экзогенных и эндогенных инициатив, и на ее основе сформирован сам механизм оркестрации устойчивого развития промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций, представляющий собой систему экзогенных и эндогенных инициатив субъекта (внутреннего оркестратора, фасилитатора из числа акторов экосистемы или сторонней организации) по обеспечению управленческой, ресурсной поддержки и оркестрации динамики процесса перехода промышленной экосистемы из исходного к устойчивому состоянию с учетом вызовов технологических трансформаций на основе трех компонентов устойчивости и четырех составляющих экосистемы, набора соответствующих функций, методов и инструментария с целью достижения комплекса долгосрочных ESG-результатов.

Выделены 13 подсистем механизма оркестрации устойчивого развития промышленных экосистем в условиях технологических трансформаций: подсистема вызовов внешней среды, ресурсная подсистема, целевая подсистема, субъектная подсистема управления, процесс управленческой поддержки развития промышленной экосистемы на основе трех компонентов устойчивости, процесс управленческой поддержки развития промышленной экосистемы на основе четырех составляющих экосистемы, подсистема управленческих инициатив по переходу промышленной экосистемы в устойчивое состояние, подсистема функций управления, подсистема методов оркестрации, подсистема подходов к управлению, подсистема инструментов управления, объектная подсистема управления, подсистема результатов управления.

6 В целях трансформации промышленной экосистемы в устойчивое состояние разработан алгоритм, основанный на оценке готовности экосистемы и трансформации экосистемы в устойчивое состояние. Для оценки готовности рекомендовано использовать разработанный в Калуннборге скрининговый

инструмент измерения уровня готовности к симбиозу (SRL), основанный на анкетировании, позволяющий определить, как потенциал трансформации компании в устойчивое состояние, так и ее мотивацию и готовность вступить в промышленную экосистему. SRL определяет степень зрелости компании по девятиуровневой шкале: от хорошей идеи до полностью реализованного промышленного симбиоза как части устойчивой сети. После оценки готовности к переходу рекомендовано перейти к этапу непосредственной трансформации на основе механизма оркестрации устойчивого развития. При этом оркестрация осуществляется на основе трех последовательно-параллельных процессов: стандартизация, возвращение, управление взаимодействиями и коммуникациями. Результат оркестрации устойчивого развития промышленной экосистемы в условиях технологических трансформаций может привести к различным локальным выгодам и конкурентным преимуществам, например, к дифференциации и лидерству по затратам.

7 В результате моделирования функций промышленной экосистемы с позиции экономии ресурсов и рециркуляции отходов сделан вывод, что крайне важную роль в процессе оркестрации перехода, системной трансформации промышленной экосистемы из начального (неустойчивого) в устойчивое состояние играют цепочки промышленного симбиоза, на практике приводящие к снижению воздействия на окружающую среду (сокращение уровня выбросов и объема потребления энергии, воды, сырья) при одновременном расширении экономической деятельности и сокращении производственных затрат, повышении конкурентоспособности, устойчивости и жизнеспособности компаний на рынках. В качестве примера реализации промышленного симбиоза рассмотрена замена первичного сырья на отходы от производства других компаний и взаимовыгодные межфирменные отношения (мутуализм, мутуализация) по поводу распределения материальных и энергетических потоков. Эмпирически показано, что промышленная экосистема в целях достижения симбиоза должна включать не менее трех различных акторов, которые обмениваются не менее двумя видами ресурсов, ранее не вовлеченных в процессы рециркуляции.

В качестве перспективных направлений дальнейших исследований можно выделить следующие: теоретическое обоснование методологии управления промышленными экосистемами на основе сетевого платформенного взаимодействия; дополнение предложенного инструментария возможностью создания интеллектуальных киберсоциальных экосистем Индустрии 5.0.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ:

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Дударева О.В. Методологические аспекты оценки рисков уязвимости промышленных экосистем в целях повышения устойчивости/ О.В. Дударева // Организатор производства. - 2022. - Т. 30. - №1. - С. 18-23.

2. Дударева О.В. Управление уязвимостью промышленных экосистем в интересах устойчивого развития/ О.В. Дударева // Организатор производства. - 2021. - Т. 29. - №4. - С. 77-84.

3. Шкарупета Е.В. Методика оценки уровня цифровой зрелости экономической системы/ Е.В. Шкарупета, О.В. Дударева // ФЭС: Финансы. Экономика. - 2021. - Т. 18. - № 4. - С. 55-59.
4. Дударева О.В. Модель оценки динамики зрелости промышленных экосистем/ О.В. Дударева, Д.Н. Дударев, А.Ю. Гончаров // Наука Красноярья. - 2021. - Т. 10. - № 1. - С. 38-54.
5. Дударева О.В. Концептуальные аспекты перехода к умному производству в условиях цифровизации/ О.В. Дударева, Д.В. Аракчеев, Д.Н. Дударев // Организатор производства. - 2020. - Т. 28. - №4. - С. 7-15.
6. Методология устойчивого развития промышленных экосистем/ Е.В. Шкарупета, О.В. Дударева, М.В. Филатова, А.Ю. Беккиев // Вестник ВГУИТ. - 2020. - Т. 82. - № 4. - С. 377-382.
7. Методический подход к оценке финансовой безопасности предприятия/ А.В. Красникова, О.В. Дударева, К.С. Кривякин, Н.Н. Макаров // Экономика и предпринимательство. - 2019. - № 2 (103). - С. 1295-1300.
8. Верификация методики оценки инвестиционной привлекательности проекта внедрения ИТ на высокотехнологичном наукоемком предприятии/ Е.В. Шкарупета, А.В. Красникова, И.А. Шишкин, О.В. Дударева // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. - 2016. - № 2 (68). - С. 384-388.
9. Дударева О.В. Особенности оценки инвестиционных проектов предприятий машиностроения при предоставлении мер государственной поддержки/ О.В. Дударева // Организатор производства. - 2015. - № 3 (66). - С. 89-97.
10. Дударева О.В. Модель выбора стратегии повышения эффективности инвестиционной деятельности предприятия / О.В. Дударева // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2014. - Т. 10. - № 4. - С. 126-131.
11. Красникова А.В. Методический подход к оценке инвестиционной привлекательности проекта внедрения информационных технологий/ А.В. Красникова, О.М. Фокина, О.В. Дударева // Экономика и предпринимательство. - 2014. - № 5-1 (46). - С. 671-675.
12. Дударева О.В. Развитие предприятий машиностроения на основе повышения эффективности их функционирования / О.В. Дударева // Организатор производства. - 2012. - № 4 (55). - С. 59-61.
13. Толстых Т.О. Критерии и методы оценки эффективности деятельности предприятия / Т.О. Толстых, О.В. Дударева // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2011. - Т. 7. - № 11.3. - С. 98-102.
14. Дударева О.В. Факторы устойчивого роста эффективности промышленных предприятий/ О.В. Дударева // Организатор производства. - 2007. - № 4. - С. 12-15.
15. Дударева О.В. Механизм устойчивого роста эффективности деятельности промышленных предприятий / О.В. Дударева // Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2006. - Т. 2. - № 9. - С. 52-55.

Статьи в международных базах Scopus и Web of Science:

16. Evaluation of the Digitalization Potential of Region's Economy / Т.О. Tolstykh, E.V. Shkarupeta, I.A. Shishkin, O.V. Dudareva, N.N. Golub //Advances in Intelligent Systems and Computing. - 2018. - V. 622. - P. 736-743.
17. Development of Human Capital in the Context of Digital Transformation/ G. Zenina, I. Gunina, T. Napolina, Y. Pahomova, O. Dudareva// Proceedings of the 30th International Business Information Management Association Conference, IBIMA 2017 - Vision 2020: Sustainable Economic development, Innovation Management, and Global Growth. - 2017. - P. 4297-4303.

Монографии и главы в коллективных монографиях:

18. Шкарупета Е.В. Развитие экосистем на основе платформенной концепции / Е.В. Шкарупета, О.В. Дударева, Н.Н. Нетяга // Стратегическое управление развитием цифровой экономики на основе умных технологий: монография. - СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2021. - С. 424-442.
19. Экономическая безопасность региона и бизнеса: монография / Н.Н. Голубь, И.А. Гунина, О.В. Дударева, И.Ф. Елфимова, И.В. Каблашова, А.В. Красникова, К.С. Кривякин, И.В. Логунова, В.Ю. Пестов, И.А. Пургаева, В.В. Решетов, О.В. Рыбкина, Ю.А. Савич, М.И. Самогородская, О.О. Шендрикова. - Воронеж: Научная книга, 2021. - 297 с.

20. Обеспечение экономической безопасности на режимных объектах: коллективная монография / С.А. Волкова, И.А. Гунина, О.В. Дударева, И.Ф. Елфимова, Е.П. Енина, А.В. Красникова, К.С. Кривякин, И.В. Логунова, В.Ю. Пестов, О.В. Рыбкина, И.А. Стрижанов, В.А. Хвостикова, Д.М. Шотыло. - Воронеж: Научная книга, 2019. - 227 с.

21. Туровец О.Г. Механизм устойчивого роста эффективности функционирования промышленных предприятий: монография / О.Г. Туровец, О.В. Дударева. - Воронеж: ГОУВПО "Воронеж. гос. техн. ун-т", 2008. - 202 с.

22. Дударев Д.Н. Организационно-экономический механизм развития производственных систем: монография / Д.Н. Дударев, О.В. Дударева. - Воронеж: ГОУВПО "Воронеж. гос. техн. ун-т", 2008. - 199 с.

Статьи и материалы конференций:

23. Arakcheev D. Sustainable development of industrial ecosystems/ D. Arakcheev, O. Dudareva, E. Shkarupeta // Proceedings of the II International conference Digital economy: modern challenges and real opportunities. - Baku: UNEC, Publishing house «UNEC», 2022. - P. 400-403.

24. Дударев Д.Н. Концептуальные положения цифровой трансформации индустриальных экосистем / Д.Н. Дударев, О.В. Дударева, Е.В. Шкарупета // Proceedings of the II International conference Digital economy: modern challenges and real opportunities. - Baku: UNEC, Publishing house «UNEC», 2022. - P. 392-394.

25. Дударева О.В. Систематизация методик оценки уязвимости промышленной экосистемы / О.В. Дударева // Управление предприятиями и отраслями строительного комплекса в эпоху цифровой трансформации: материалы междунар. науч.-практ. конф. - Воронеж: Научная книга, 2022. - С. 15-17.

26. Дударева О.В. Инструментарий когнитивной цифровой трансформации / О.В. Дударева, Е.В. Шкарупета // Proceedings of the II International conference Digital economy: modern challenges and real opportunities. - Baku: UNEC, Publishing house «UNEC», 2022. - P. 420-423.

27. Шкарупета Е.В. К вопросу об актуализации концептуальных областей устойчивого развития промышленных экосистем: устойчивость, жизнестойкость, робастность / Е.В. Шкарупета, О.В. Дударева // Управление предприятиями и отраслями строительного комплекса в эпоху цифровой трансформации: материалы междунар. науч.-практ. конф. - Воронеж: Научная книга, 2022. - С. 80-84.

28. Шкарупета Е.В. Методика оценки уровня цифровой зрелости экономической системы / Е.В. Шкарупета, О.В. Дударева // Proceedings of the II International conference Digital economy: modern challenges and real opportunities. - Baku: UNEC, Publishing house «UNEC», 2022. - P. 441-444.

29. Шкарупета Е.В. Устойчивое развитие предприятий металлургической отрасли в условиях технологических трансформаций/ Е.В. Шкарупета, О.В. Дударева, Т.И. Польщиков // Цифровая и отраслевая экономика. - 2022. - №1 (26). - С. 6-12.

30. The Evaluation Algorithm of Commercial Activity of Industrial Enterprise/O. Dudareva, Y. Kostyukhin, D. Savon, E. Sidorova, N. Vikhrova// Proceedings of the 37th International Business Information Management Association Conference, IBIMA. - Spain, 2021. - P. 8913-8921.

31. Current Problems of Digitalization in Russia: Lessons from De-Industrialization and Re-Industrialization/O. Dudareva, Y. Kostyukhin, D. Savon, E. Sidorova, N. Vikhrova// Proceedings of the 37th International Business Information Management Association Conference, IBIMA. - Spain, 2021. - P. 8922-8925.

32. Дударев Д.Н. Концептуальные положения цифровой трансформации индустриальных экосистем / Д.Н. Дударев, О.В. Дударева // Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций: материалы Междунар. науч.-практ. конф. - Красноярск: Изд-во ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. - С. 101-103.

33. Дударева О.В. Инструментарий интеллектуальной цифровой трансформации / О.В. Дударева, Е.В. Шкарупета // Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций: материалы Междунар. науч.-практ. конф. - Красноярск: Изд-во ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. - С. 117-119.

34. Шкарупета Е.В. Метасистемы как новые объекты Индустрии 5.0/ Е.В. Шкарупета, О.В. Дударева, А.В. Мосиенко // Цифровая и отраслевая экономика. - 2021. - № 4 (25). - С. 6-11.
35. Дударева О.В. Инструментарий управления устойчивым развитием промышленных экосистем/ О.В. Дударева // Цифровая и отраслевая экономика. - 2021. - № 3 (24). - С. 67-70.
36. Шкарупета Е.В. Модель оценки уязвимости промышленных экосистем / Е.В. Шкарупета, Е.П. Енина, О.В. Дударева//Цифровая и отраслевая экономика. - 2021. - № 3 (24). - С. 6-12.
37. Дударева О.В. Разработка механизма повышения эффективности управления инвестициями в условиях цифровой экономики/ О.В. Дударева // Экономика и бизнес: теория и практика. - 2021. - № 5-1 (75). - С. 204-207.
38. Дударева О.В. Когнитивные инструменты цифровой трансформации сложных систем / О.В. Дударева // Общество и экономическая мысль в XXI в.: пути развития и инновации: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 65-летию Юбилею филиала. - Воронеж: Научная книга, 2021. - С. 393-395.
39. Дударева О.В. Концептуальные аспекты цифровой трансформации промышленных экосистем / О.В. Дударева, Е.В. Шкарупета // Цифровая экономика, умные инновации и технологии: сб. тр. Национальной (Всерос.) науч.-практ. конф. с зарубежным участием. - СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2021. - С. 64-66.
40. Shkarupeta E.V. Practical Cases of Sustainable Development of Industrial Ecosystems / E.V. Shkarupeta, O.V. Dudareva //Topical Areas of Fundamental and Applied Research XXV. Publisher: Lulu Press, Inc. 627 Davis Drive, Suite 300, Morrisville, NC, USA 27560. - 2021. - P. 169-173.
41. Дударева О.В. Эволюция развития промышленных экосистем/ О.В. Дударева, Д.В. Аракчеев // Цифровая и отраслевая экономика. - 2021. - № 1 (22). - С. 38-40.
42. Шкарупета Е.В. Концептуальное представление промышленной экосистемы в ходе эволюции устойчивого развития / Е.В. Шкарупета, О.В. Дударева // Цифровая и отраслевая экономика. - 2021. - № 1 (22). - С. 5-8.
43. Дударева О.В. Достижение целей устойчивого развития промышленной экосистемы в условиях коронакризиса / О.В. Дударева, Д.В. Аракчеев //Исследование инновационного потенциала общества и формирование направлений его стратегического развития: сб. науч. ст. 10-й Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. В 2-х т. - Курск: Юго-Зап. гос. ун-т, 2020. - Т. 1. - С. 195-197.
44. Дударева О.В. Исследование состояния промышленной экосистемы в условиях коронакризиса // О.В. Дударева, Д.Н. Дударев// Исследование инновационного потенциала общества и формирование направлений его стратегического развития: сб. науч. ст. 10-й Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. В 2-х т. - Курск: Юго-Зап. гос. ун-т, 2020. - Т. 1. - С. 198-200.
45. Improvement and Development of Human Resources of an Enterprise in the Context of the Digitalized Economy/ I.A. Gunina, V.V. Reshetov, I.V. Logunova, V.U. Pestov, O.V. Dudareva, I.A. Kalashnikova// Proceedings of the Russian Conference on Digital Economy and Knowledge Management (RuDEcK 2020). - Voronezh: Atlantis Press, 2020. - P. 234-237.
46. Efficiency of Use of Innovations in Agriculture / O. Dudareva, T.B. Ivashinina, O.Yu. Ageeva, I. Mikhailov // Advances in Economics, Business and Management Research. Proceedings of the International Conference on Policies and Economics Measures for Agricultural Development (AgroDevEco 2020). - 2020. - P. 366-369.
47. Дударева О.В. Эффективность инвестиций в системе экономической безопасности предприятия/ О.В. Дударева, В.О. Дахина // Экономинфо. - 2018. - Т. 15. - № 2. - С. 25-29.
48. Дударева О.В. Развитие организаций как процесс обеспечения их эффективного функционирования / О.В. Дударева // Проблемы современных экономических, правовых и естественных наук в России: сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. конф. - Воронеж: ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", 2017. - С. 163-166.
49. Дударева О.В. Проблемы финансирования инновационной деятельности в России/ О.В. Дударева, А.Г. Пузаков // Экономинфо. - 2017. - № 3. - С. 55-58.

50. Дударева О.В. Модель процесса формирования системы ключевых показателей деятельности организаций банковской сферы / О.В. Дударева // Экономика и бизнес: теория и практика. - 2016. - № 5. - С. 64-67.

51. Баркалова Е.М. Особенности системы бизнес-планирования на предприятии / Е.М. Баркалова, О.В. Дударева // Теория и методы развития экономики, организации производства и управления в условиях модернизации: материалы внутривуз. науч.-практ. конф. - Воронеж: ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", 2014. - С. 62-64.

52. Дударева О.В. Концепция формирования стратегии повышения эффективности инвестиционной деятельности / О.В. Дударева // Экономинфо. - 2014. - № 22. - С. 70-73.

53. Дударева О.В. Развитие организаций и организационные изменения / О.В. Дударева // Теория и методы развития экономики, организации производства и управления в условиях инновационной экономики: материалы внутривуз. науч.-практ. конф.; отв. ред. О.Г. Туровец. - Воронеж: ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2011. - С. 12-13.

54. Дударева О.В. Обеспечение устойчивого роста эффективности предприятия в условиях нестабильной внешней среды / О.В. Дударева // Экономика, организация производства и управление на предприятиях: материалы внутривуз. науч.-практ. конф. - Воронеж: ГОУ ВПО "Воронежс. гос. техн. ун-т", 2007. - С. 20-21.

55. Дударева О.В. Система мотивации работников, направленная на устойчивый рост эффективности промышленного предприятия / О.В. Дударева // Экономинфо. - 2006. - № 5. - С. 79-83.

56. Дударева О.В. Механизм устойчивого роста эффективности промышленных предприятий, его основные элементы и принципы формирования / О.В. Дударева // Экономинфо. - 2005. - № 3. - С. 5-10.

Учебные пособия:

57. Шкарупета Е.В. Проектное инновационное консультирование: учеб. пособие / Е.В. Шкарупета, О.В. Дударева. - Курск: Изд-во ЗАО «Университетская книга», 2021. - 126 с.

58. Гунина И.А. Оценка экономических угроз на предприятиях. Практикум: учеб. пособие / И.А. Гунина, Ю.А. Савич, О.В. Дударева. - Курск: Изд-во ЗАО «Университетская книга», 2021. - 96 с.

59. Красникова А.В. Экономика производства на режимных объектах: учеб. пособие / А.В. Красникова, О.В. Дударева. - Воронеж: Научная книга, 2019. - 150 с.

60. Гунина И.А. Оценка экономических угроз на режимных объектах: учеб. пособие / И.А. Гунина, О.В. Дударева, Ю.А. Савич. - Курск: Изд-во ЗАО «Университетская книга», 2019. - 155 с.

61. Дударева О.В. Финансовая стратегия промышленного предприятия: учеб. пособие / О.В. Дударева А.В. Красникова. - Воронеж: ФГБОУ ВО "Воронежс. гос. техн. ун-т", 2015. - 121 с.

62. Дударева О.В. Инвестиционное проектирование: учеб. пособие / О.В. Дударева, А.В. Красникова, С.В. Свиридова. - Воронеж: ФГБОУ ВПО "Воронежс. гос. техн. ун-т", 2012. - 131 с.

63. Дударева О.В. Антикризисный финансовый менеджмент: учеб. пособие / О.В. Дударева. - Воронеж: ГОУ ВПО "Воронежс. гос. техн. ун-т", 2010. - 211 с.

Подписано в печать 01.06.2022 г.
Формат 60×84/16. Бумага писчая.
Усл. печ. л. 2,0. Тираж 100 экз. Заказ № _____.
Отдел оперативной полиграфии издательства ВГТУ
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84