

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Национальный исследовательский технологический  
университет МИСИС»

На правах рукописи

КРАСНОБАЕВА ВИКТОРИЯ СЕРГЕЕВНА

**РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА РЕСУРСООФФЕКТИВНОГО  
ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Специальность 5.2.3 Региональная и отраслевая экономика

диссертация на соискание ученой степени  
кандидата экономических наук

Научный руководитель  
доктор экономических наук, профессор  
Толстых Татьяна Олеговна

Москва – 2024

## Содержание

Введение.....	3
1 Теоретико-исследовательские подходы к определению сущности и содержания политики ресурсоэффективного развития промышленных предприятий.....	12
1.1 Вызовы и тренды промышленных отраслей в сфере устойчивого развития .....	12
1.2 Цели и задачи политики устойчивого развития промышленных предприятий.....	22
1.3 Практики ресурсоэффективного развития в России и за рубежом .....	38
2 Методика оценки сетевых интеграций промышленных предприятий с целью ресурсоэффективного развития .....	47
2.1 Анализ форм сетевой интеграции промышленных предприятий .....	47
2.2 Разработка инструментов оценки эффективности функционирования сетевой интеграции .....	63
2.3 Оценка эффективности функционирования сетевых интеграций на примере промышленных кластеров .....	80
3 Механизм формирования и оценки ресурсоэффективного и устойчивого взаимодействия промышленных предприятий .....	120
3.1 Направления формирования сетевых интеграций в виде промышленных симбиозов на примере производства РЗЭ.....	120
3.2 Оценка проектов формирования промышленных симбиозов по уровню ресурсоэффективного интеграционного взаимодействия предприятий .....	133
3.3 Организационно-экономический механизм технологического взаимодействия промышленных интеграций.....	165
Заключение.....	175
Список сокращений и условных обозначений.....	175
Список использованных источников.....	180
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 – Характеристики экспертов.....	206
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 – Акт о внедрении (ООО «УЗТМ»).....	207
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 – Акт о внедрении (ФГАУ НИИ «ЦЭПП»).....	208

## Введение

**Актуальность темы исследования.** Промышленность, как драйвер экономики страны, должна обеспечивать устойчивое развитие, сохранять свои конкурентные преимущества, гибко и мгновенно перестраиваться к требованиям реалий. Но в последние несколько лет предприятия промышленного сектора оказались в нестабильных условиях функционирования, обусловленных различными вызовами, к которым можно отнести необходимость перехода на технологии шестого технологического уклада и отставание от наиболее развитых стран в темпах инновационного экономического развития, санкционные процессы и зависимость от зарубежных поставок сырья и оборудования, геополитическую ситуацию и проблемы климатических изменений. Предприятиям промышленной отрасли в рамках своей отраслевой специфики свойственен значительный инерционный лаг, но они вынуждены не только реагировать на вызовы, но и предугадывать их. Для отдельных предприятий отражать современные вызовы становится сложнее, что требует поиска новых поведенческих моделей, новых подходов к стратегированию развития предприятий, соответствующих не только институциональным и отраслевым требованиям, но и мировым тенденциям. Это вызывает необходимость все чаще обращаться к реализации крупных задач и проектов, используя партнёрское взаимодействие.

Развитие российской экономики на протяжении последних десятилетий осуществляется на принципах устойчивого развития, реализующих идеи зеленой экономики и экономики замкнутого цикла. Стратегические задачи устойчивого экономического развития на государственном уровне закреплены в Указе Президента РФ «О национальных целях развития РФ на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» от 7.05.2024 г., в «Стратегии научно-технологического развития РФ» от 28.02.2024 г., в «Концепции технологического развития на период до 2030 года», а также в целом ряде распоряжений Правительства РФ. Законодательными документами определено, что для устойчивого функционирования участников рынка их

стратегия развития должна быть ориентирована не только на сбалансированность экономической, социальной, экологической и технологической составляющих, но и на необходимость перехода к технологическому суверенитету, разработке и внедрению инноваций.

В данных условиях для промышленных предприятий актуальными являются задачи повышения ресурсоэффективности производства, оптимизация и модернизация бизнес-процессов, реализация инновационных технологических и экологических проектов, что требует значительных финансовых инвестиций. Взаимодействие предприятий в рамках решения этих задач позволит получать преимущества от долгосрочных отношений с другими участниками, решать задачи по достижению конкурентоспособности, преодолевать вызовы, обусловленные изменением внешнеэкономической среды, снижать риски, распределяя их между участниками интеграции. Взаимовыгодное взаимодействие компаний позволит повысить ресурсоэффективность производства каждому участнику, оптимизировать обращение ресурсов, ускорить освоение и внедрение результатов научно-технологического развития, стимулировать развитие природоподобных технологий, интегрированных в природную среду и повторяющих естественный ресурсный оборот.

Изложенное выше определяет актуальность, научную и практическую значимость диссертационного исследования.

**Степень разработанности темы исследования.** Значительный вклад в исследование трендов и вызовов устойчивого развития взаимодействующих экономических систем внесли следующие ученые А. М. Адам, Т. А. Акимова, С. Н. Бобылев, А. В. Данилов-Данильян, В. М. Захаров, А. И. Ильина, А. Е. Костин, Ю. Ю. Костюхин О. И. Ларичев, Г. Е. Мекуш, В. П. Мешалкин, В. А. Плотников, Б. Н. Порфирьев, Т. О. Тагаева, В. А. Умнов, А. А. Широков, Р. Р. Krugman, Е. MacArthur, А. Marshall, D. Н. Meadows, D. L. Meadows, M. Obstfeld, J. E. Stiglitz и др.

Оценкой ресурсоэффективности промышленных предприятий в аспекте устойчивого развития, экономики замкнутого цикла и «зеленой» экономики занимались И. Т. Абдукаримов, Н. В. Бондарчук, Г. Ю. Боярко, Ю. Н. Бурвикова, А. А. Волосатова, Г. Н. Воскресова, В. Г. Гридин, Т. В. Гусева, О. А. Доничев, А. Е. Закондырин, А. Р. Калинин, Д. Ю. Капитонов, А. В. Мясков, М. А. Печенская, А. А. Притворова, Н. Ф. Реймерс, В. П. Самарина, Е. А. Семенов, Н. А. Симакова, Д. О. Скобелев, И. А. Стоянова, С. Г. Тяглова, Н. А. Федулова, А. И. Шинкевич, R. Ayres, E. Rossi, T. Samus, R. Solow, R. Van Berkel и др.

Исследованием ресурсоэффективных форм взаимодействия промышленных предприятий занимались такие известные ученые, как Л. А. Гамидулаева, Д. Д. Катуков, П. П. Лапшин, В. Е. Малыгин, Л. А. Мочалова, В. С. Осипов, Н. В. Смородинская, О. Г. Соколова, Т. О. Толстых, Е. Э. Уткина, А. В. Федосеев, Н. М. Фоменко, А. Е. Хачатуров, Н. В. Шмелева, Н. Н. Яшалова, F. L. Agudo, G. Aid, L. Baglio, N. Brandt, A. T. Braun, L. Dong, M. Fujii, R. Kaplan, H. W. Kim, J. F. Moore, J. S. Mulrow, D. Norton, M. E. Porter, T. L. Saaty, Y. Yu и др.

Анализ результатов научных исследований и практического опыта по созданию и развитию ресурсоэффективных форм взаимодействия промышленных предприятий для обеспечения долгосрочного устойчивого развития указывает на недостаточную проработанность методических подходов к оценке эффективности их функционирования, что предопределяет цель исследования.

**Цель диссертационной работы** состоит в формировании механизма ресурсоэффективного взаимодействия промышленных предприятий, обеспечивающего устойчивое долгосрочное развитие в условиях нестабильности макроэкономической среды и необходимости преодоления внутри- и внешнеэкономических вызовов и угроз.

**Задачи**, которые необходимо решить для достижения поставленной цели:

1. Оценить существующие вызовы и тренды развития промышленных предприятий с позиции устойчивого развития и необходимости повышения их ресурсоэффективности.

2. Разработать методический подход, позволяющий проводить оценку уровня и эффективности взаимодействия промышленных предприятий на основе экономического, социального, экологического, инновационно-технологического и предпринимательского эффектов.

3. Предложить алгоритм формирования ресурсоэффективного взаимодействия промышленных предприятий, позволяющий обеспечить их устойчивое развитие.

4. Разработать организационно-экономический механизм управления ресурсоэффективным взаимодействием промышленных предприятий, позволяющий объединять ресурсы участников для достижения стратегических целей.

5. Провести оценку целесообразности комплексной переработки фосфогипса с извлечением редкоземельных элементов на основе ресурсоэффективного взаимодействия промышленных предприятий в условиях инвестиционных ограничений и политики импортонезависимости.

**Научная идея исследования** заключается в том, что ресурсоэффективное взаимодействие позволит промышленным предприятиям обеспечить их устойчивое развитие и конкурентоспособность в долгосрочной перспективе.

**Объектом исследования** выступают промышленные предприятия и формы их взаимодействия.

**Предметом исследования** являются организационно-экономические процессы повышения ресурсоэффективности промышленных предприятий в условиях устойчивого развития экономики.

**Методология и методы исследования.** В диссертационной работе использованы такие методы научного познания, как наблюдение, сравнение, группировка, измерение, системный анализ и др. В рамках специальных методов при проведении диссертационного исследования были применены метод экспертных оценок, метод анализа иерархий (МАИ), концепции сбалансированных показателей Каплана и Нортон, шкалы желательности Е. С. Харрингтона, методика определения финансового положения и финансовых результатов В. Ю. Авдеева.

**Теоретическая база** настоящего исследования основывается на методах эконометрики, комплексного финансово-экономического анализа деятельности промышленных предприятий, математической статистики, методе экспертных оценок. В диссертационной работе используются результаты научных трудов, посвященных анализу российских и зарубежных моделей ресурсоэффективного взаимодействия и инструментов стимулирования их создания.

**Информационная база** исследования включает Указы Президента РФ, нормативные правовые акты Правительства РФ и субъектов РФ, статистические сборники и отчетные данные Федеральной службы государственной статистики, информационно-аналитические материалы Министерства промышленности и торговли РФ, информацию официальных общероссийских интернет-порталов, а также иные источники информации.

**Соответствие диссертации паспорту научной специальности.** Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 5.2.3 «Региональная и отраслевая экономика» (пункт 2.9 «Формирование механизмов устойчивого развития экономики промышленных отраслей, комплексов, предприятий»).

**Научная новизна** исследования состоит в том, что в рамках теоретико-методических обоснований предложен новый подход к формированию ресурсоэффективного взаимодействия промышленных предприятий,

обеспечивающий конкурентоспособность и устойчивое развитие всех его участников.

**Основные защищаемые научные положения:**

1. Оценку ресурсоэффективного взаимодействия промышленных предприятий следует производить на основе разработанного методического подхода, учитывающего как экономические, социальные, экологические, инновационно-технологические, предпринимательские эффекты, так и уровни взаимодействия участников интеграции, что позволяет формировать стратегию ресурсоэффективного и устойчивого развития для каждого из участников взаимодействия.

2. Реализацию стратегии устойчивого развития промышленных предприятий с учетом государственных и отраслевых приоритетов, а также в условиях нестабильной экономической среды, предлагается осуществлять с помощью разработанного организационно-экономического механизма управления взаимодействием промышленных предприятий, реализованного на основе авторской системы инструментов, что позволит обеспечить устойчивое развитие всех участников взаимодействия.

3. Выбор модели ресурсоэффективного взаимодействия предприятий предлагается проводить с помощью авторского подхода, позволяющего учитывать технологические особенности промышленных предприятий, инновационную и предпринимательскую активность, а также условия инвестиционных ограничений.

**Теоретическая значимость** исследования заключается в обосновании подходов к управлению промышленными предприятиями с целью повышения их ресурсоэффективности и обеспечения конкурентоспособного устойчивого развития в условиях нестабильной экономической среды, современных вызовах экономики и глобальных экономических трендов.

**Практическая значимость** исследования заключается в обосновании возможности использования результатов исследования промышленными предприятиями при принятии управленческих решений и формировании

стратегии развития. В работе предлагаются практические подходы к повышению ресурсоэффективности промышленных предприятий через развитие партнерских отношений. На примере кластеров проведена оценка их эффективности и уровня взаимодействия участников. На основе анализа редкоземельной отрасли проведена оценка возможности создания промышленного симбиоза.

**Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждаются:** корректным использованием современных аналитических методов, разработанных ведущими экспертами в области устойчивого развития, концепции НДТ, оценки ресурсной эффективности; использованием репрезентативной выборки данных; корректным применением методов экономического анализа, группировки, сравнения; положительными результатами применения методики на объектах промышленности.

**Степень достоверности и апробация работы.** Основные результаты диссертационного исследования представлены и обсуждены на научно-практических конференциях: II Всероссийской научно-практической конференции «Современные тенденции развития инвестиционного потенциала в России» (г. Москва, 2020); Международной научно-практической конференции «Научные исследования современных проблем развития России: цифровая трансформация экономики» (г. Санкт-Петербург, 2021 г.); IX Международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития промышленности России» (г. Москва, 2021); II Международном научно-практическом форуме «Инновационное и устойчивое развитие сложных экономических систем» (г. Барнаул, 2022); XI Международной научно-практической конференции «Север и Арктика в новой парадигме мирового развития. Лузинские чтения – 2022» (г. Апатиты, 2022); II Ежегодном международном научно-практическом форуме по проблемам устойчивого развития в цифровом мире (г. Красноярск, 2022); Международной конференции Хачатуровские чтения – 2022: Устойчивое

развитие и национальные цели (г. Москва, 2022); XII Международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития промышленности России» (г. Москва, 2022); II Национальной научно-практической конференции «Актуальные вопросы экономики промышленности: поиск и выбор решений» (г. Москва, 2022); XVII Международной научно-практической конференции Российского общества экологической экономики «Глобальные вызовы и национальные экологические интересы: экономические и социальные аспекты» (г. Новосибирск, 2023); XXXI Международный научный симпозиум «Неделя горняка 2023» (г. Москва, 2023); VI Международной научно-практической конференции «Теория и практика стратегирования» «Индустриальный универсариум стратега» (г. Москва, 2023); Международной научной конференции XXIII Чаяновские чтения «Новые траектории экономического развития в условиях глобальной неопределенности» (г. Москва, 2023); Международной научно-практической конференции «Экологическое, социальное и корпоративное управление (ESG) устойчивым развитием общества на основе метанаучного подхода» (г. Нижний Новгород, 2023); Молодежной научно-практической конференции «Технологическое лидерство: природа, люди, ресурсы. Технология ≠ Оборудование» (г. Москва, 2023); VII Международной научно-практической конференции «Теория и практика стратегирования» «Индустриальный универсариум стратега» (г. Москва, 2024); XII Международной научно-практической конференции «Север и Арктика в новой парадигме мирового развития. Лузинские чтения – 2024» (г. Апатиты, 2024).

Материалы диссертации применяются в деятельности компании ООО «УЗТМ», ФГАУ НИИ «ЦЭПП» для оценки инвестиционной привлекательности проектов по развитию партнерского взаимодействия с потенциальными участниками промышленного сектора. В частности использованы показатели оценки экономического, экологического, социального, инновационно-технологического и предпринимательского

эффектов; организационно-экономический механизм технологического взаимодействия предприятий для повышения ресурсоэффективности; алгоритм формирования и оценки эффективности промышленной интеграции.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 19 работ, из них 5 в рецензируемых журналах, включенных в перечень изданий, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и образования РФ, 2 статьи в журнале, индексируемом в базах Scopus и Web of Science.

**Объем и структура работы.** Диссертационное исследование состоит из введения, 3 глав, заключения, списка использованных источников из 229 наименований, списка сокращений и условных обозначений. Содержит 23 рисунка и 84 таблицы.

# **1 Теоретико-исследовательские подходы к определению сущности и содержания политики ресурсоэффективного развития промышленных предприятий**

## **1.1 Вызовы и тренды промышленных отраслей в сфере устойчивого развития**

Современный период развития экономики характеризуется следующими трендами:

1. Устойчивое развитие (развитие должно осуществляться как согласно концепции устойчивого развития, так и созданным в ее контексте концепциям «зеленой» экономики, экономики замкнутого цикла, низкоуглеродной экономики и т.д., что позволяет в условиях экологических вызовов осуществлять преобразование промышленности в сторону перехода от линейной модели экономики к экономике замкнутого цикла).

2. Цифровая трансформация промышленности (создаются цифровые платформы, цифровые двойники; используются достижения искусственного интеллекта; развивается автоматизация и роботизация; осуществляется переход к киберфизическим системам);

3. Сетивизация (развиваются сетевые структуры для оптимизации обращения ресурсов, для освоения и внедрения результатов научно-технологического развития, для развития природоподобных технологий, интегрированных в природную среду и повторяющих естественный ресурсный оборот, для повышения уровня связанности территорий с целью совместного преодоления социальных, экологических и экономических вызовов развития, для сбыта продукции).

Тренд устойчивого развития как концепция сформировался в 70-е гг. XX века в результате признания мировым сообществом проблем роста потребления и экологической емкости (ограниченности ресурсов и их нерационального использования), загрязнения окружающей среды и

необходимости поддержания благосостояния следующих поколений [15, 113]. Можно выделить три основных исторических этапа в развитии концепции.

Первый этап, приходящийся на 1960-1980-е гг., характеризует зарождение концепции, где более выражен экологический уклон. Обозначены проблемы будущих поколений и указано, что дальнейшее выживание человечества возможно только при ограничении роста производства и потребления. Загрязнение окружающей среды, стремительный рост населения, перепроизводство, экологические разрушения, изменение климата, нарастание проблем ограниченности природных ресурсов актуализировали вопрос неизбежности глобального кризиса при сохранении существующей модели потребления. В 1980 г. понятие «устойчивое развитие» впервые официально обозначено во Всемирной стратегии природы (The World Conservation Strategy) [8].

На втором этапе, в 1980-2010-е гг., определена недостаточность учета только экологических аспектов в модели долгосрочного устойчивого развития. Под координацией ООН создана Международная комиссия по окружающей среде и развитию, которая отразила программу изменения мирового развития через долгосрочные стратегии (1987 г.) в докладе, где обозначена необходимость объединения трех составляющих: экономического развития, повышения социального благосостояния и защиты окружающей среды, а устойчивое развитие определено как развитие, которое отвечает потребностям настоящего, не ставя под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности [20]. Затем в 1992 г. в документах конференции ООН (г. Рио-де-Жанейро, 1992 г.) появилась программа «Повестка дня на XXI век», которая рассматривала дальнейшее развитие по социальным, экологическим и экономическим направлениям. Данную программу приняли 179 стран. Также в 1991 г. в стратегиях Всемирного фонда дикой природы, ЮНЕП (UNEP, United Nations Environment Programme), Международного союза охраны природы сохранение окружающей среды рассмотрено в контексте развития общества, где данные

изменения направлены на управление прогрессом человеческого общества в пределах потенциальной емкости экосистем планеты [53].

На третьем этапе, после финансово-экономического кризиса в 2008–2009 гг., обозначены три основные проблемы: достижение целей устойчивого развития невозможно только через мировое регулирование; для устойчивого развития необходимо наличие опережающего уровня развития экономики; критерии социо-эколого-экономической направленности должны быть приняты всеми участниками мирового сообщества [13, 86]. В связи с перечисленными ограничениями осуществлена трансформация устойчивого развития не только в теории, но и на практике. Основой нового перехода стала ориентация на «зеленую» экономику, реализацию технологического развития с учетом экологической повестки и распространение сквозных технологий.

Эволюция концепции устойчивого развития на протяжении трех этапов характеризовалась увеличением компонентов и перераспределением величины их роли, а также учетом их связей. До второго этапа присутствовало смещение модели развития в направлении экономических задач, однако сейчас усиливается внимание одновременно к социально-экологическому, высокотехнологическому направлениям и ключевой чертой современного устойчивого развития становится ориентация на длительные временные горизонты [13, 105, 112, 123].

Согласно концепции устойчивого развития, природные ресурсы, процессы инвестирования, направления научно-технического развития и институциональные процессы воздействия согласованы друг с другом и укрепляют нынешний и будущий потенциал для удовлетворения человеческих потребностей.

Развитие российской экономики по модели устойчивого развития закреплено на государственном уровне [23, 70, 87–93, 118–121]. В 2023 г. продолжается работа над обеспечением устойчивого развития и экологической безопасности. Основное внимание уделяется ответственному потреблению

ресурсов, эффективным технологиям производства и правовому регулированию в области обращения отходов.

На основе проведенного анализа проблем и условий реализации устойчивого развития, особенностей современного технологического уклада, анализа основополагающих законодательных документов «Концепция технологического развития на период до 2030 года» [50], Указа Президента «О стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» [118], проекта ФЗ «О технологической политике в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [85] определены вызовы, характерные для устойчивого развития российской экономики:

1. Проблемы вследствие санкционных процессов, геополитической ситуации и кризиса в отдельных областях. В контексте трансформации миропорядка промышленные предприятия РФ столкнулись со следующими проблемами: нарушение производственных цепочек, вызванное уходом зарубежных поставщиков и потребителей; сложность участия в международных кооперациях; сокращение импортных поставок; изменение логистических маршрутов, что требует ускоренный переход на новые надежные каналы поставок. Доступ к технологическим ресурсам западных стран ограничен, но активизировались процессы переориентации каналов импорта и экспорта на азиатские страны, что требует выстраивания новых логистических цепочек. Усиление экономических позиций Китая осуществляет воздействие на мировую и российскую экономику и требует формирования собственной стратегии в данных условиях.

2. Необходимость перехода на технологии шестого технологического уклада. Современные проблемы технологического характера проявляются из-за резкого развития и распространения новых технологий, меняющих рынки и производственные системы. Освоение новых технологий требует наличия компетенций у кадров для работы с ними и коопераций исследований для разделения затрат. Увеличивается роль

цифровых технологий и искусственного интеллекта. Наблюдается сложность формирования регуляторного аппарата для рынка инноваций, и, следовательно, отмечаются затруднения в привлечении к ответственности. По патентной и публикационной активности в области цифровых технологий Россия занимает лидирующие позиции, однако в их реализации отмечается крайнее отставание [85].

3. Отставание от наиболее развитых стран в темпах инновационного экономического развития, что связано с низкой мотивацией разработчиков инноваций и технологий. Необходимо устранение барьеров для инноваций и усиление правовой защиты интеллектуальной собственности через финансовое стимулирование, стимулирование венчурного финансирования иначе низкая инновационная активность вызовет отток талантливых и квалифицированных кадров, потерю рынков сбыта, снижение производительности.

4. Последствия зависимости от зарубежных цепей поставок сырья и оборудования в результате отсутствия собственного полного цикла производства высокотехнологичных товаров с высокой добавленной стоимостью. По причине частичного или полного отсутствия собственных технологий производства, а также устаревшей технической и технологической базы промышленных предприятий необходимо перестроение бизнес-процессов предприятий и технологическое обновление национальных производств с целью выстраивания новых связей и формирования производств дефицитных товаров, которые ранее поступали из-за рубежа [49].

5. Проблемы климатических изменений, ограничения на импорт и потребление сырья стимулируют распространение «зеленых» технологий и технологий экономики замкнутого цикла [57, 60, 78]. Осуществляется поиск целесообразных методов преодоления современных ограничений, оптимальных моделей потребления и распределения ресурсов. Для таких преобразований необходимы высокие затраты на внедрение инновационных технических и технологических решений. Сейчас при комплектовании

инвестиционного портфеля инвесторы отдают приоритет проектам, имеющим социальную и экологическую направленность, что требует предварительного отбора инвестиционных проектов с учетом социально-экологических факторов.

Решение перечисленных вызовов в условиях геополитического кризиса требует поиска стратегических направлений трансформации развития российской экономики, среди которых следующие:

- создание цифровой экономики для формирования экономики знаний (Цифровая экономика характеризуется высоким потенциалом содействия экономическому развитию. Цифровые решения стимулировали развитие рынка труда, товаров, услуг, изменили принципы государственного функционирования);

- научно-технологическое развитие (формирование и стимулирование прорывных российских наукоемких технологий для повышения конкурентоспособности и обеспечения импортонезависимости [30, 77]. Сокращение цикла от разработки инноваций до реализацией готовой продукции на рынке для опережающего развития. Внедрение высокопроизводительных систем и искусственного интеллекта);

- учет лучших практик (важно не допустить изоляции в научно-технологическом развитии российской экономики, а осуществлять грамотное использование лучших технологий и практик мирового уровня);

- применение экологичных и ресурсосберегающих технологий (повышается эффективность использования и переработки ресурсов, создаются новые источники энергии и способы ее хранения, осуществляется противодействие техногенным и биогенным угрозам);

- проводится реиндустриализации экономики для восстановления и дальнейшего развития промышленного потенциала страны посредством реализации национальных программ, законов, инициатив и концепций [50, 85, 118].

Таким образом, развитие отраслей и предприятий должно осуществляться через совместное взаимодействие, через создание новых бизнес-моделей и бизнес-процессов, через стимулирование сквозных цифровых процессов и производственных цепочек на основе взаимодействия различных отраслей. А эффективность такой трансформации может быть определена посредством оценки вклада проектов в повышение ресурсоэффективности технологического процесса, предприятия или отрасли.

Отмеченные выше вызовы российской экономики определяют необходимость изменения подходов к научно-технологическому развитию для достижения технологического суверенитета и реализации задач промышленной политики РФ. В документе «Концепция технологического развития на период до 2030 года» [50] сформулированы современные стратегические цели и вызовы развития страны, которые также должны быть учтены в стратегиях развития отдельных промышленных единиц.

В связи с уходом зарубежных производителей перед отечественными компаниями открываются новые возможности вследствие уже сформировавшегося спроса на внутреннем рынке, особенно в части высокотехнологичных товаров. Однако среди отечественных производителей необходимо повышение качества продуктов или создание собственных, ранее не производимых товаров и услуг для удовлетворения нужд рынка.

Достижение технологического суверенитета возможно с развитием комплексных организационных форм, сетевых партнерских отношений. Для участников рынка такое взаимодействие является перспективным по причинам объединения кадровых, финансовых, исследовательских и прочих потенциалов.

Согласно документам «Концепция технологического развития на период до 2030 года» [50] и Указу Президента «О стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» [118], для эффективного взаимодействия участников рынка нужна развитая институциональная среда, где осуществляется:

- поддержка собственных линий разработки;
- развитие форм договорных объединений (научно-исследовательских, производственно-технологических форм, государственно-частного партнерства);
- развитие цифровых платформ и обслуживающих сервисов сетевого взаимодействия;
- развитие малых и средних технологических компаний в сфере капитализации разработок;
- защита прав разработчиков, участников объединений;
- согласование приоритетов научно-технологического развития и инструментов поддержки;
- активное взаимодействие реального сектора экономики с сектором научных исследований.

Развитие данных институтов возможно с помощью поддержки собственных разработок, линий производства высокотехнологичной продукции посредством государственно-частного партнерства; поддержки проектов по внедрению наилучших доступных технологий (НДТ); объединения лидеров рынка и государства в разработке высокотехнологичной продукции; стимулирования исследований по приоритетным и критическим направлениям [50].

В рамках концепции устойчивого развития можно выделить два направления: «зеленую» экономику и экономику замкнутого цикла [102].

«Зеленая» экономика ориентирована на поиск эффективного использования природного капитала в условиях растущих потребностей в направлении повышения благосостояния населения в пределах экологической емкости; стимулирование развития бережливых, ресурсоэффективных и энергоемких технологий. «Зеленая» экономика ассоциируется с инновациями и инвестициями в новые технологии, с проектами по снижению воздействия на окружающую среду.

«Зеленая» экономика в сравнении с концепцией устойчивого развития не является ее аналогом, а является способом достижения устойчивости. Существует ряд таких интерпретаций «зеленой» экономики, как «синяя» экономика, биоэкономика, низкоуглеродная экономика, экономика на основе «зеленого» роста, однако их все объединяют следующие черты: социальная направленность; связь с инновациями, новыми технологиями и модернизацией; максимальный территориальный охват; снижение экологических рисков; связь с цифровой экономикой; изменение модели потребления и производства; связь со знаниями и образованием; энерго- и ресурсоэффективность; коммерческая выгода экологизации экономики. Перечисленные черты соответствуют целям устойчивого развития [98, 190, 207–208], что подтверждает согласование «зеленой» экономики и устойчивого развития, однако переход к «зеленой» экономике подразумевает реализацию конкретных направлений: устойчивого развития городов, возобновляемой энергетики, управления отходами и вторичными ресурсами, развития корпоративной социальной ответственности и пр. Причем, на второй план отходят вопросы социального неравенства и общественной полезности.

По результатам анализа различных интерпретаций [170, 188, 195, 216] «зеленой» экономики можно отметить, что данное направление характеризуется стратегическим преобразованием экономических процессов в области использования природных ресурсов, предотвращения образования отходов и негативного воздействия на окружающую среду (НВОС) с помощью реализации «зеленых» проектов [170,223].

Экономика замкнутого цикла основана на трех основных процессах: уменьшении, повторном использовании и переработке отходов [181, 184–186, 199–200]. Экономика замкнутого цикла подобно природной экосистеме, ориентирована на воспроизведение природных циклов из используемых человеком ресурсов. Изначально данные циклы рассматривались лишь внутри предприятий. Велись поиски возврата излишков или отходов производства в

собственные производственные процессы, затем начали развиваться связи между предприятиями различных отраслей, торговля отходами [40, 138–139].

Наиболее комплексно современные принципы развития экономики замкнутого цикла описаны в работе С. Н. Бобылева [14], где к ним отнесены: планирование и проектирование технологий с учетом снижения образования отходов; приоритетность возобновляемых ресурсов; увеличение срока службы произведенной продукции; максимизация эффекта декаплинга (нарушения прямой зависимости между потреблением ресурсов, образованием отходов и производством конечной продукции); комплексный подход на всех этапах добавленной стоимости продукции; объединение государства, бизнеса и общества; территориальный охват; применение цифровых решений и технологий [14].

Перечисленные принципы изначально рассматривались для производителей как бремя или источник издержек, но сейчас растущие требования финансового сектора, населения и государства к прозрачности и экологичности бизнес-процессов заставляют переходить на бережливые технологии и вырабатывать ответственное отношение к ресурсам, а также снимают ограничения в возможности дальнейшего роста. Основные преимущества возврата ресурсов (рециклинга) для производителей сейчас – создание механизма возвращения материалов и отходов, а также вовлечение вторичных ресурсов, что может снизить себестоимость продукции и сократить потребление первичных ресурсов.

На основе проведенного анализа можно заключить, что развитие экономики замкнутого цикла является выгодным и может быть стимулировано со стороны бизнеса – через реализацию технологий с возможностью переработки вторичных ресурсов, со стороны населения – через ответственное потребление, а со стороны государства – через создание системы стимулирования и контроля участников рынка.

Таким образом, концепция устойчивого развития формирует общий курс развития стран, входит в стратегии долгосрочного роста промышленности и

направляет системы на достижения баланса в экологической, социальной и экономической сферах, но не предоставляет конкретных решений. «Зеленая» экономика, созданная в контексте устойчивого развития, формирует некоторые решения в виде проектов для различных отраслей, социальных аспектов жизнедеятельности, промышленности и территориальных единиц, а также акцентирует внимание на эффективном использовании природных ресурсов. Экономика замкнутого цикла ориентирована на проекты по снижению потребления первичных ресурсов и образуемых отходов [134, 142, 151, 221]. Такие проекты позволяют повысить эффективность использования ресурсов на различных уровнях, снижая экологические и социальные последствия.

Реализация принципов экономики замкнутого цикла и «зеленой» экономики предполагают сохранение материалов и ресурсов в экономике как можно дольше. Это возможно только при сотрудничестве всех участников рынка: государственных органов законодательства и контроля, предприятий и организаций, финансовых структур, общественных организаций, населения и прочих стейкхолдеров. Такое объединение участников рынка позволяет создать циркуляцию ресурсов через институциональные инструменты на основе государственного контроля и регулирования, через повышение экологической культуры населения, через дальнейшее развитие производственных процессов и промышленных интеграций.

## **1.2 Цели и задачи политики устойчивого развития промышленных предприятий**

Как было отмечено выше, реализация проектов развития должна отвечать не только интересам развития предприятия (локальные цели), но и работать над достижением целей устойчивого развития национальной экономики (национальные цели). Необходимость достижения совокупности локальных и национальных целей устойчивого развития повышает инвестиционные затраты на реализацию проектов развития. Как было отмечено в параграфе 1.1, повышение ресурсоэффективности промышленных

предприятий через эффективное управление имеющимися ресурсами в условиях ограниченности ресурсов является одним из ключевых инструментов реализации проектов устойчивого развития.

Отправным этапом разработки политики повышения ресурсоэффективности является оценка ресурсного потенциала предприятий и отраслей [6, 84, 132]. Так как ресурсный потенциал является интегральной величиной, характеризующей совокупность всех видов ресурсов, проанализированы понятия ресурсного потенциала для определения входящих него компонентов (таблица 1).

Таблица 1 – Эволюция научной категории «ресурсный потенциал»

Год:	Исследователь:	Характеристика:
1994	Н. Ф. Реймерс [95]	это природные ресурсы, которые могут быть вовлечены в хозяйственную деятельность на определенной территории при имеющихся технических и социально-экономических возможностях общества с условием неизменности среды жизни.
2005	Н. А. Федулова [128]	ресурсный потенциал торговых организаций представляет собой совокупность имеющихся ресурсов, целенаправленно мобилизованных в торговый процесс с целью наиболее полного удовлетворения спроса населения.
2006	А. А. Шалмуев [131]	исследовал ресурсный потенциал в рамках развития регионов через использование минерально-сырьевых, земельных и прочих ресурсов. Указывал, что эффективность определяется качеством и количеством исходного сырья.
2011	Д. Ю. Капитонов [44]	определяет ресурсы как вовлеченные в хозяйственную деятельность средства производства на определенной территории при данных технических и социально-экономических возможностях общества с условием сохранения среды жизни человека.
2013	Н. А. Симакова [100]	ресурсный потенциал – это количество, качество и пространственное соответствие ресурсов и степени обеспеченности ими.
2017	Е. А. Семенов [99]	ресурсный потенциал – это совокупность запасов, пространственное сочетание и соотношение природных ресурсов определенной территории, которые используются в настоящее время и могут быть использованы в перспективе.
2018	М. А. Печенская [75]	ресурсный потенциал – это часть запаса природных ресурсов региона, которая может быть привлечена в экономический процесс, согласно техническим (технологическим) возможностям и экономической целесообразности.
2020	А. А. Притворова [84]	ресурсный потенциал предприятия является сложной, многогранной, многоуровневой категорией, в связи с чем закономерности его функционирования могут быть раскрыты только на основе комплексного системного исследования.

Источник: составлено автором

Ресурсный потенциал представляет сложную и многоуровневую научную категорию, которая зависит от механизмов его формирования и развития. Одна часть авторов под ресурсным потенциалом понимает возможности хозяйствующих субъектов создавать определенный набор возможностей, подкрепленных характерным составом и объемом необходимых ресурсов, формирующих конкурентные преимущества [75]. Другие считают, что ресурсный потенциал – это система, объединяющая энергетические, информационные и материально-вещественные ресурсы, используемые в процессе производства [84]. Ресурсный потенциал на макроэкономическом уровне определяется не наличием ресурсов в данный момент, а общим потенциалом всего общества, который складывается из имеющихся сырьевых ресурсов, технологий, дальнейших управленческих целей и решений [99].

Ресурсный потенциал можно рассматривать как взаимосвязь интеллектуальных и вещественных ресурсов, которые имеют количественную и качественную оценку [75, 84, 99], а особенности использования имеющихся в распоряжении ресурсов как ресурсную эффективность. Д. О. Скобелев под ресурсной эффективностью понимал способность достигать запланированные результаты при рациональном использовании ресурсов и снижении затрат. Он утверждал, что актуальным является комплексное использование сырья, внедрение ресурсоэффективных и ресурсосберегающих технологий [118].

На рисунке 1 представлена структура ресурсного потенциала для промышленного сектора экономики, которая включает внутренние, внешние составляющие и показатели ресурсной эффективности.

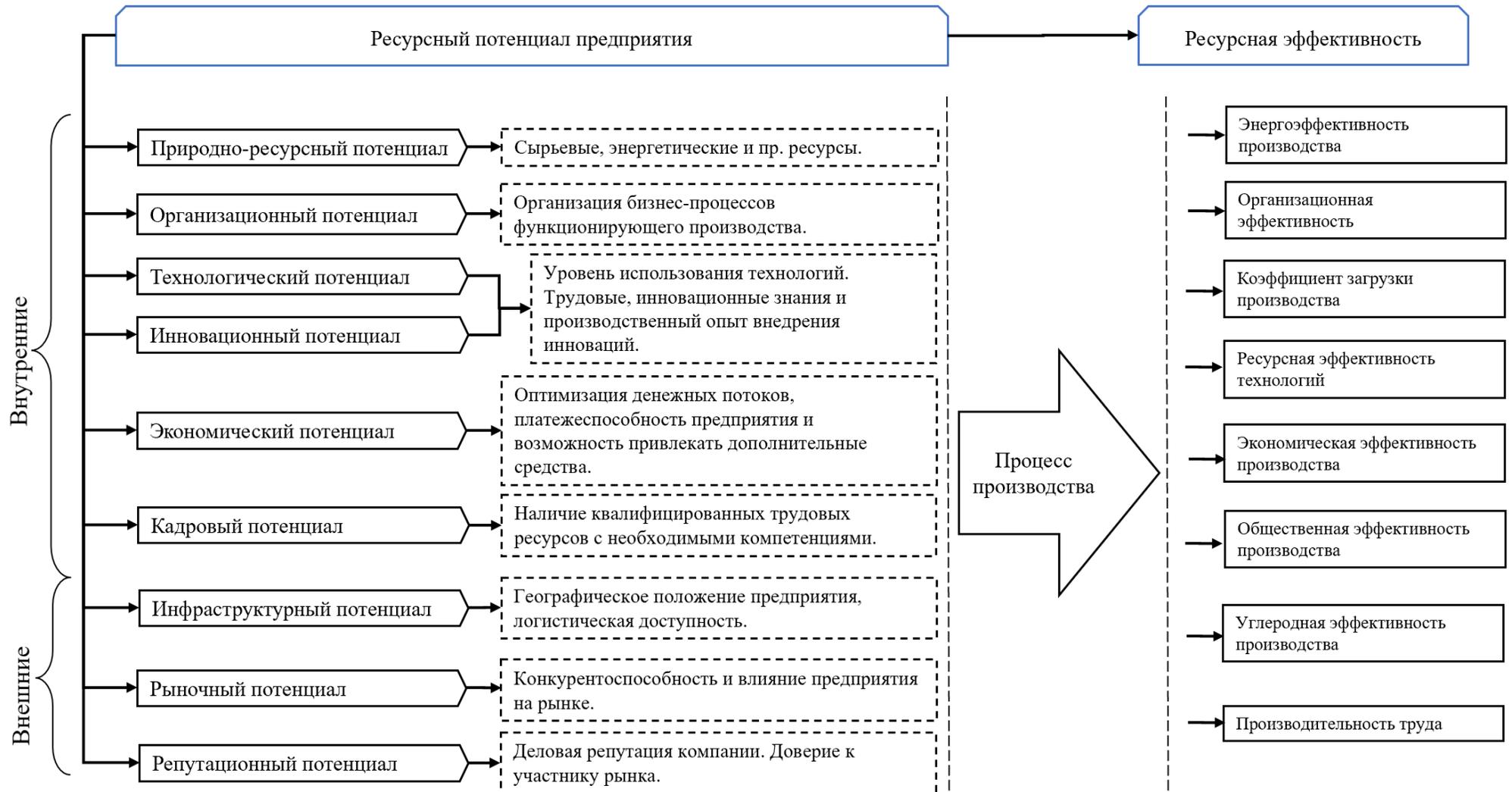


Рисунок 1 – Взаимосвязь ресурсного потенциала и ресурсной эффективности

Источник: составлено автором на основе [2, 9, 25, 34, 46, 97]

Анализируя структуру ресурсного потенциала, можно выделить два блока: внешние и внутренние составляющие.

Внешние составляющие ресурсного потенциала формируются промышленной политикой, национальными приоритетами развития и реализуются при контроле и стимулировании со стороны государства. Внутренние составляющие характеризуется возможностью предприятий формировать конкурентные позиции на рынке, используя собственные ресурсы [62, 204, 206].

Сам процесс производства промышленного предприятия характеризуется рядом показателей, отражающих ресурсную эффективность. К таким отнесены: энергетическая эффективность, ресурсная эффективность технологий, общественная эффективность и пр. Данные показатели отражают эффективность деятельности предприятия. Такие показатели, как энергетическая, экологическая, ресурсная и углеродная эффективность применяются при оценке технологий предприятия на соответствие НДТ и отражают ресурсоэффективность процессов или эффективное использование ресурсов с позиции снижения НВОС.

Реализация политики ресурсоэффективности в рамках принципов устойчивого развития возможно через систему институциональных, экономических и социальных мер, в том числе:

- формирование стратегических союзов и партнерских отношений на микро-, мезо- и макроуровнях;
- стимулирование ресурсоэффективных и рациональных моделей производства и потребления, решающих проблемы дефицита ресурсов и возрастания НВОС;
- масштабирование технологий;
- развитие инфраструктуры и обеспечение условий для эффективного внедрения инновационных решений;
- масштабирование успешных кейсов в части повышения ресурсоэффективности [36-39];

- поддержку проектов по защите и восстановлению экосистем суши и водных ресурсов;
- разработку мер по борьбе с изменениями климата.

Формирование высокотехнологичной, конкурентоспособной промышленности, обеспечивающей переход экономики государства от экспортно-сырьевого к устойчивому типу развития, в России осуществляется на основе сформулированных задач в ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации»:

1. стимулирование субъектов промышленности к внедрению результатов интеллектуальной деятельности и освоению производства инновационной промышленной продукции;

2. стимулирование субъектов промышленности к рациональному и эффективному использованию различных видов ресурсов;

3. повышение производительности труда, внедрение импортозамещающих, ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий и технологических решений;

4. осуществление технологического перевооружения субъектов промышленности, модернизации основных производственных фондов исходя из темпов, опережающих их старение;

5. снижение рисков чрезвычайных ситуаций техногенного характера [69].

В законе ФЗ №488 для стимулирования развития по перечисленным направлениям со стороны государства установлены формы поддержки, которые могут быть разделены по направлениям: финансовое, информационное, наука и инновации, внешнеэкономическая деятельность, развитие кадров, преференции при государственных закупках (рисунок 2).

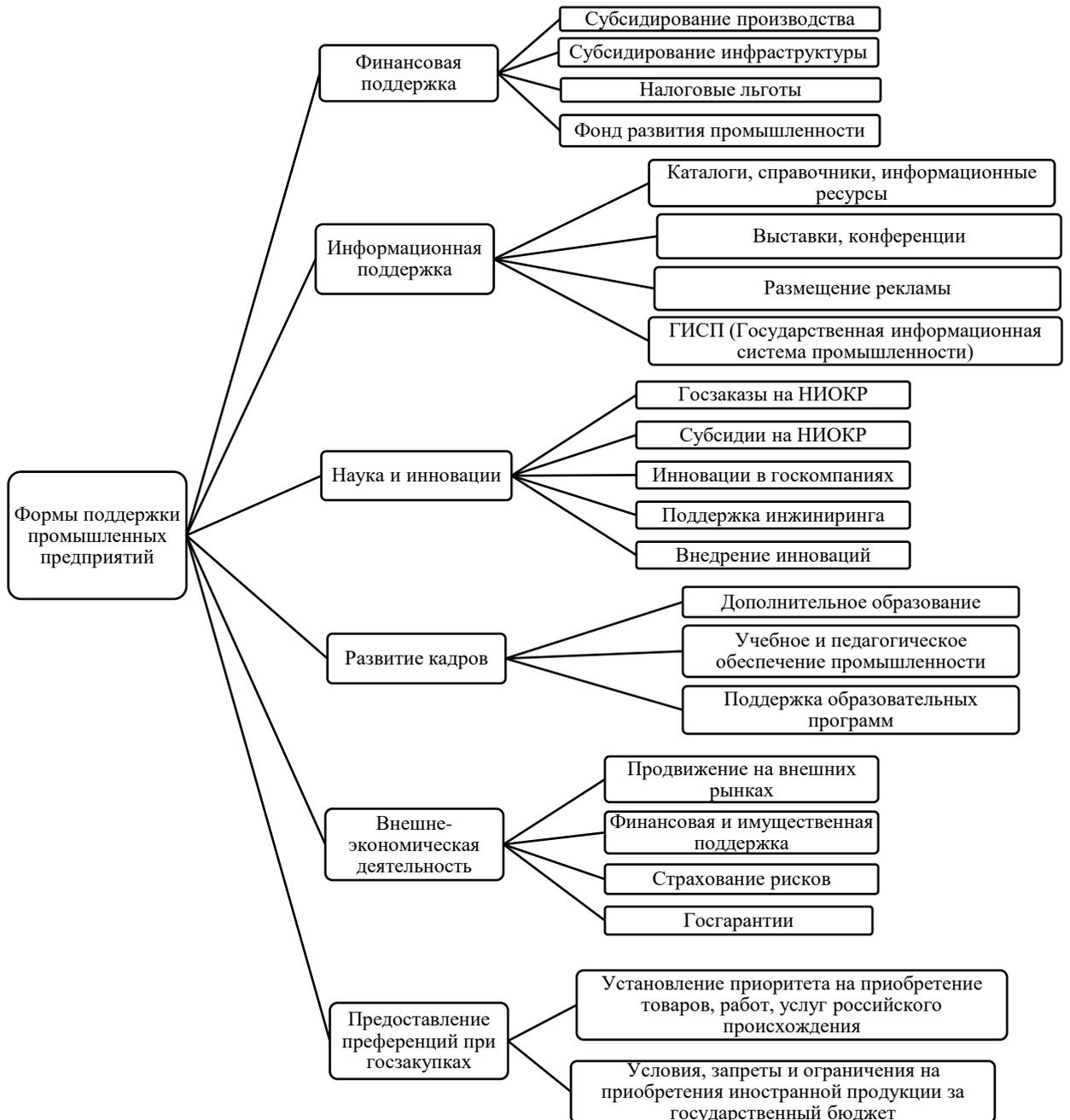


Рисунок 2 – Формы поддержки промышленных предприятий

Источник: составлено на основе [69]

Одним из инструментов повышения ресурсоэффективности могут выступать совместные технологические проекты участников рынка, которые способствуют минимизации рисков, разделению инвестиций.

В связи с прогнозируемым исчерпанием природных ресурсов, повышением внимания к экологической повестке и появлением новых технологий на федеральном уровне в России с 2014 г. реализуется проект по переходу

промышленности к НДТ для повышения ресурсоэффективности промышленных процессов.

НДТ – это технология производства продукции (товаров), выполнения работ, оказания услуг, определяемая на основе современных достижений науки и техники и наилучшего сочетания критериев достижения целей охраны окружающей среды при наличии технической возможности применения такой технологии [50]. НДТ представляют собой эталонные технологические решения, направленные на преодоление экологических и социальных вызовов, с которыми необходимо производить сравнение текущих используемых технологий.

Концепции НДТ заключается в модернизации предприятий в области применения технологий и оборудования с наименьшим уровнем негативного воздействия на окружающую среду. Все это стимулирует реализацию инновационных решений, нацеленных на снижение негативного воздействия и отказ от устаревших технологий.

Концепция НДТ была разработана в Европейском союзе в 2010 году и была направлена на защиту окружающей среды. В 2014 г. концепция получила законодательное закрепление в России, но с акцентом на использование инновационных и перспективных технологий. Министерством промышленности и торговли РФ был издан приказ № 861 «Об образовании Межведомственного совета по переходу на принципы наилучших доступных технологий и внедрению современных технологий» от 07.05.2014 г., который регламентировал создание органа по формированию механизма НДТ [82]. Минпромторг России с момента возникновения концепции по настоящее время утверждает методические рекомендации по НДТ, определяет направления развития для отдельных отраслей в соответствии с национальными приоритетами развития, а также координирует деятельность технических рабочих групп по НДТ.

В дальнейшем для реализации концепции НДТ созданы такие институты промышленной политики (структуры), как Бюро НДТ (для информационно-аналитического, консультационного сопровождения экологической трансформации промышленности), Межведомственный совет (для определения

актуальных направлений развития и разработки инструментов поддержки), Профильный технический комитет. В реализацию концепции вовлечены такие организации, как Министерство природных ресурсов и экологии, Федеральная служба по надзору в сфере природопользования, Федеральное агентство по технологическому регулированию и метрологии, Росстандарт и пр.

С 2016 г. постановлением Правительства РФ функции Бюро НДТ были возложены на ФГАУ «Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики» (ФГАУ НИИ «ЦЭПП») для научно-технического и инновационного развития с целью повышения ресурсоэффективности промышленности. Задачи НИИ «ЦЭПП» включают анализ применяемых и перспективных технологий, определение наилучших практик, экспертное и методологическое обеспечение перехода на НДТ. НИИ «ЦЭПП» осуществляет работу над информированием и распространением передовых практик через издание энциклопедий технологий по отраслям, через выпуск «зеленых» кейсов.

Необходимость применения справочников изначально была установлена законом для крупнейших предприятий-загрязнителей (тех, кто имеет промышленные площадки I категории опасности). К данной категории относятся крупные объекты сельскохозяйственной отрасли; компании по утилизации отходов; объекты горной и металлургической отраслей; объекты химической и целлюлозно-бумажной промышленности. На момент принятия концепции ряд предприятий был обязан в установленный срок перейти на использование современных технических и технологических решений по показателям справочников по НДТ, однако в дальнейшем это стало носить рекомендательный характер. В 2018 г. правительством введен в действие Национальный проект (НП) «Экология», нацеленный на решение экологических проблем по защите окружающей среды [64]. Основной частью НП до 2020 г. являлся ФЗ «Внедрение наилучших доступных технологий» в период разработки первых справочников по НДТ. В настоящее время начата работа по популяризации принципов НДТ для средних и малых предприятий. При этом концепция НДТ сохранила уровень

одного из национальных приоритетов развития экономики, и ее положения отражены в «Концепции технологического развития на период до 2030 года» [50], в стратегиях развития передовых компаний России.

Эволюция концепции НДТ за период с 2014 по 2023 гг. представлена на рисунке 3.

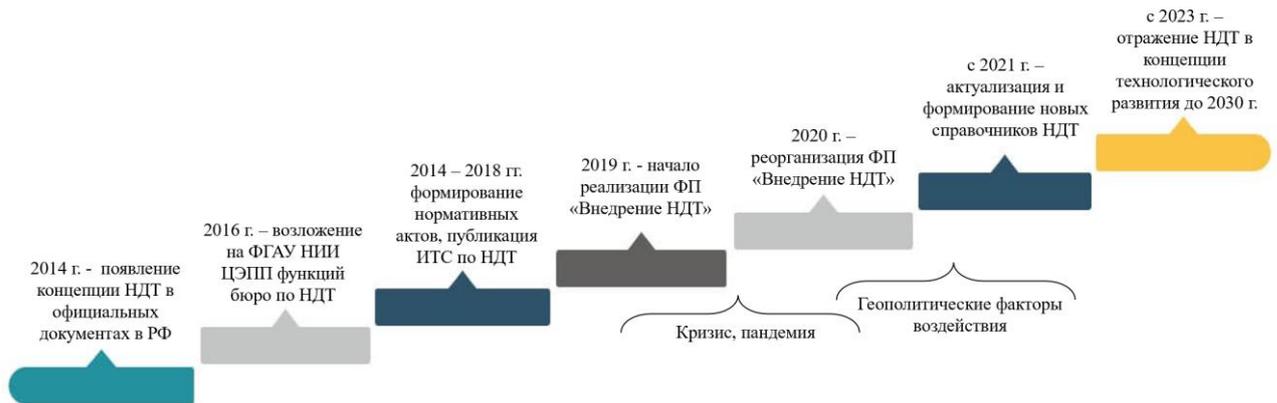


Рисунок 3 – Эволюция концепции НДТ в России

Источник: составлено автором

С учетом таких факторов воздействия, как санкционные и геополитические ограничения Минпромторгом подготовлен проект, устанавливающий новые критерии и график актуализации справочников НДТ с 2022 г. по 2026 г. Концепция продолжает быть основой промышленной экологической политики, а предложенные в справочниках показатели, передовые технические и технологические решения для долгосрочного развития участников рынка носят рекомендательный характер.

Рассматривая зависимость предприятий от государственной политики в области НДТ, стоит отметить, что она заключается в получении комплексных экологических разрешений (КЭР), которые в совокупности требуют обеспечить соблюдение принципов устойчивого развития. В настоящий момент концепция НДТ является универсальным инструментом совершенствования функционирования реального сектора экономики, основой оценки «зеленых» проектов. В обновляемых справочниках содержатся рекомендуемые показатели

ресурсной и экологической эффективности, которые служат индикаторами развития промышленных предприятий и являются требованием при получении государственной поддержки.

Внедрение НДТ на предприятиях достигается решением следующих задач:

- достижение высокой ресурсной и экологической эффективности экономически целесообразным путем;
- оценивание эффективности государственных и корпоративных инвестиций;
- сокращение негативного воздействия на окружающую среду (эмиссии);
- эффективное использование человеческого потенциала.

Схема реализации НДТ включает одновременное выполнение технических, технологических и управленческих решений. Под технологическими решениями понимается комплекс мероприятий по согласованию архитектурных, планировочных, конструктивных и инженерных решений с задачами и особенностями производственных процессов предприятий. Под техническими решениями понимаются разработанные и апробированные способы решения технических задач, которые позволяют совершенствовать производственные процессы до нормативов, установленных в информационно-технических справочниках (ИТС) по НДТ. Управленческие решения осуществляются через регуляторную функцию государственных структур на основе количественных показателей использования сырья, материалов, энергии, воды и прочих ресурсов. Обновление данных нормативов в ИТС по НДТ делает реализацию НДТ плавной для промышленных предприятий.

Регуляторная функция НДТ сформулирована в законе №7-ФЗ в 2014 г. [125]. Данный нормативный документ установил необходимость для крупнейших представителей промышленности осуществлять свою деятельность с учетом ИТС по НДТ, предоставляющих информацию по стандартизации в соответствии с отраслевыми направлениям.

Структура ИТС по НДТ представлена на рисунке 4.

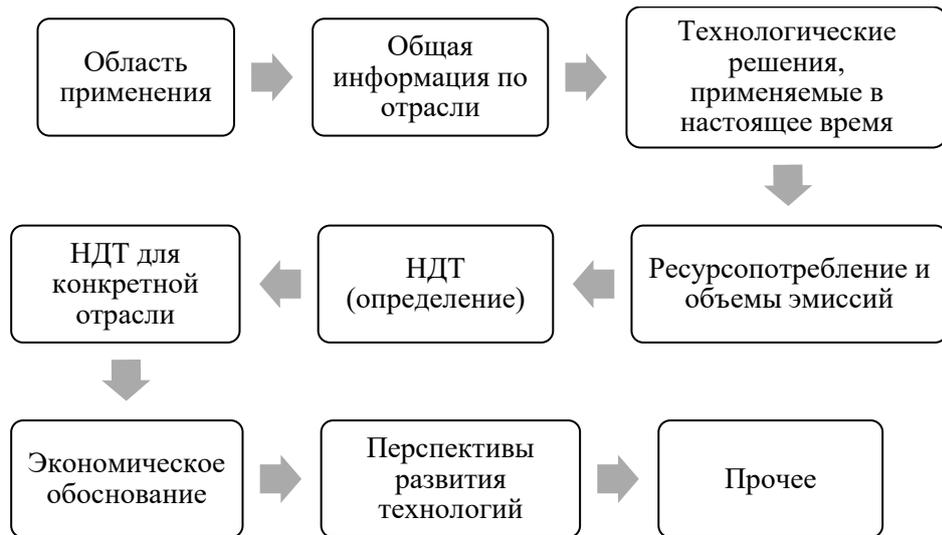


Рисунок 4 – Структура ИТС по НДТ

Источник: составлено автором на основе [111]

Представленная на рисунке 4 структура является типовой и отличается только отраслевой спецификой. Существует два вида справочников: отраслевые (вертикальные) и межотраслевые (горизонтальные). Данная систематизация позволяет охватывать как отдельные отрасли локально, так их совместное взаимодействие. На начало 2024 г. создано 53 справочника, однако их постоянно актуализируют (уточняют критерии) ТРГ с учетом достижений научного и технологического прогресса.

Изложенные в ИТС по НДТ нормативные критерии устанавливают предприятиям границу негативного воздействия на окружающую среду. В случае нарушения данной границы предприятиям рекомендуется срочно начинать осуществлять модернизацию производства. Разработанные ИТС по НДТ не только отражают текущее положение предприятий и отраслей промышленности, но и выполняют роль стимуляторов для повышения ресурсоэффективности и достижения целей устойчивого развития.

Результаты внедрения принципов НДТ оцениваются на основе количественных показателей посредством определения эффективности использования энергии, материалов, сырья и прочих ресурсов. Для оценки НДТ применяется учет следующих критериев: направления или области реализации

проекта; выполнения показателей ресурсной и энергетической эффективности; выполнения дополнительных отраслевых обязательств (международных требований) и достижения экологического эффекта [44, 106].

Таким образом, НДТ концептуально через систему идей, ценностей и принципов подразумевают рациональное использование ресурсов, глубокую переработку сырья, эффективное потребление энергии, обеспечивающие не только наибольший природоохранный эффект, но и необходимую технологическую модернизацию основных процессов предприятия.

Регуляторная функция НДТ может стать инструментом по отбору проектов, обеспечивающих повышение ресурсоэффективности в долгосрочном аспекте. Таким образом, стратегия развития предприятия с учетом концепции НДТ позволит осуществить эффективное использование имеющегося ресурсного потенциала предприятий в условиях ограниченности ресурсов, что является главным барьером для развития как отдельных участников рынка, так и экономики в целом.

Стратегия технологического развития национальной экономики сформулирована в проекте ФЗ «О технологической политике в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» и направлена на достижение следующих целей: обеспечение суверенитета страны; внедрение высокотехнологичных инноваций для обеспечения конкурентоспособности страны; внедрение высокотехнологичных инноваций с целью повышения качества жизни населения и обеспечения безопасности [85].

На рисунке 5 представлено влияние концепции НДТ на процессы устойчивого развития на макро-, мезо- и микроуровнях.

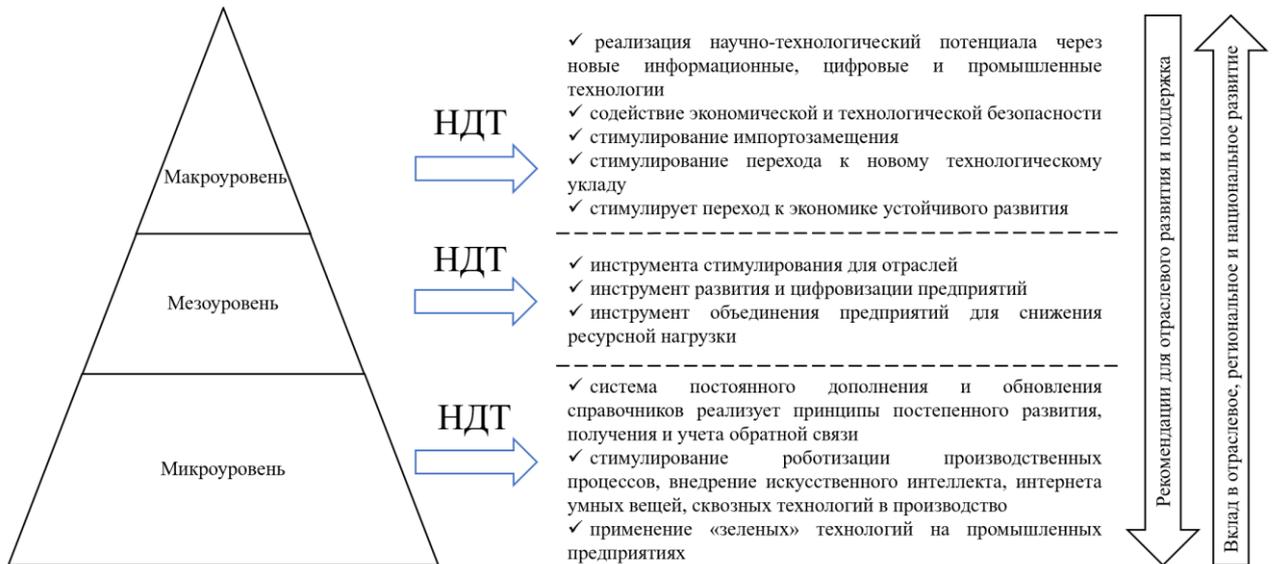


Рисунок 5 – Трехуровневое влияние концепции НДТ на процессы устойчивого развития и повышения ресурсоэффективности

Источник: составлено автором

На макроуровне (национальном):

1. Научно-технологический потенциал (НТП) является движущей силой развития. Реализуется через новые информационные, цифровые и промышленные технологии, что приводит к становлению нового технологического уклада и ускорению роста экономики. Приоритетные направления развития определяются национальной политикой.

2. Российская экономика является экспортоориентированной в части энергоресурсов и импортозависимой в ряде различных направлений. В условиях введения санкций со стороны основных потребителей возникают угрозы экономической и технологической безопасности.

3. Санкционные ограничения на импорт продукции приводят к необходимости стимулирования импортозамещения.

4. В некоторых отраслях применяются технологии, характерные для 4-го и 5-го технологических укладов, что ведет к нарастанию технологического разрыва в ключевых отраслях экономики. Возникает потребность в стимулировании перехода к новому технологическому укладу на федеральном уровне.

5. Стимулирование перехода к экономике устойчивого развития возможно с помощью следующих инструментов: НДС, льгот, субсидий и пр.

На мезоуровне:

1. В качестве инструмента стимулирования для отраслей используются такие регуляторы, как НДС. Данный процесс характеризуется динамическим измерением (ведется учет предприятий, перешедших на НДС) и системой обратной связи (происходит учет опыта предприятий, перешедших на НДС, и формируется дальнейшая стратегия перехода для оставшихся). Происходит стимулирование развития собственного производства с целью увеличения доли импортозамещения.

2. На отраслевом уровне ключевую роль играют стратегия развития и цифровизация предприятий. Усилия направлены на ликвидацию отставания от мировых лидеров в области роботизации, цифровизации, искусственных технологий, больших данных в хозяйственных процессах [52].

3. В условиях действующих внешнеэкономических ограничений использование интеграционных моделей взаимодействия может существенно облегчить переход экономики к следующему технологическому укладу. В условиях дефицита ресурсов интеграционные модели позволяют снизить ресурсную нагрузку на отдельных участников рынка и разделить риски между участниками.

На микроуровне:

1. Для предприятий сформирован перечень технологий, внедрение которых ускоряет переход к шестому технологическому укладу. Данные технологии приведены в отраслевых справочниках по НДС. Система постоянного дополнения и обновления справочников реализует принцип получения и учета обратной связи.

2. Осуществляется внедрение цифровых технологий в производственные процессы (стимулирование роботизации производственных процессов, внедрение искусственного интеллекта, интернета умных вещей, сквозных технологий в производство).

3. Применяются «зеленых» технологий на промышленных предприятиях (переход на технологии с наименьшим воздействием на окружающую среду уже произведен на более чем 300 предприятиях и запланирован переход для оставшихся).

В настоящее время внедрение новых технологий в производство осуществляется посредством государственного регламентирования отказа от устаревших технологий. Большая часть перспективных для внедрения технологий направлена на защиту окружающей среды, что подтверждается принятым в 2014 году ФЗ №219 «Об охране окружающей среды» [68], который подразумевает масштабную разработку нормативной правовой базы по регламентации порядка получения комплексных экологических разрешений, стимулирующих реализацию концепции НДТ [104, 125]. Данные институциональные инструменты позволяют решать проблемы перехода на новые технологии, развивать национальное производство и снижать риски зависимости от сырьевой направленности экономики и импортозависимости.

Подводя итог, можно отметить, что повышение ресурсоэффективности и технологического уровня имеет важное значение для развития всей экономики государства и достижения национальных целей устойчивого развития. В целях разделения возросших финансовых затрат, рисков и совместного поиска способов повышения ресурсоэффективности необходимо осуществлять объединение предприятий на основе общих интересов и готовности к сотрудничеству. Концепция НДТ, соответствующая современным трендам развития, может стать инструментом по отбору совместных проектов технологического развития, обеспечив эффективность объединения участников рынка в долгосрочной перспективе. При этом эффективность технологического взаимодействия предприятий повышается при использовании концепции НДТ, позволяющей участникам не только разделить риски, финансовые издержки, но и получить синергетический эффект, формируя политику долгосрочного ресурсоэффективного и устойчивого развития.

### 1.3 Практики ресурсоэффективного развития в России и за рубежом

В мировой практике существуют различные подходы к тому, какие технические и технологические решения производственных процессов можно относить к ресурсоэффективным.

Наибольшее распространение получил подход, названный концепцией НДТ. Данная концепция стала одним из инструментов развития национальных экономик через повышение ресурсоэффективности промышленных производств и снижение НВОС.

Произведен обзор опыта стран по повышению ресурсоэффективности через наилучшие доступные технологии, наилучшие технологии контроля, наилучшие практические варианты и прочие интерпретации НДТ.

В странах Европейского союза (ЕС) концепция НДТ зародилась в 1984 г. на основе Директивы «О борьбе с загрязнением воздуха промышленными предприятиями» [166]. Позже концепция была отражена в Директиве «О комплексном предупреждении и контроле загрязнений» (IPPC) [167] и сейчас базируется на Директиве «О промышленных эмиссиях» (IED) [168], которая определяет необходимость контроля и снижения промышленных выбросов.

Для реализации концепции по видам производственной деятельности созданы справочники по НДТ (BREFs), которые устанавливают требования к промышленным предприятиям касательно применяемых технологий. Процесс формирования справочников основан на обмене и закреплении информации в рамках технических рабочих групп. В справочники включаются данные о лучших технологиях с наименьшим уровнем потребления ресурсов и производимых выбросов (методология отбора называется «Севильский процесс»), которые становятся обязательными для предприятий. Сейчас справочники регулируют деятельность более 50 тыс. промышленных установок [63] соблюдением уровня допустимых эмиссий (BAT-AEL), однако они, согласно IED, обновляются каждые 8 лет, что требует непрерывной модернизации предприятий.

Для отбора НДТ принимаются во внимание также такие документы, как Схема экологического менеджмента и аудита (EMAS), [137], указания по добыче углеводородов (Hydrocarbons BREF) [162], Директива «Об отходах добывающей промышленности» [136], Директива «Об установках сжигания (топлива) средней мощности» [135] и пр. Предельные уровни эмиссий (ELV), установленные в справочниках, являются требованием для получения разрешительной документации и определяют минимальный уровень модернизации технологий, который должен быть учтен компаниями при создании или обновлении основных фондов.

Согласно практике стран ЕС, концепция НДТ позволяет осуществлять экологическое регулирование нормам справочников; по ряду показателей снижать уровень выбросов и образований отходов (к примеру, с 2007 года отмечается ежегодное снижение выбросов взвешенных веществ от работы крупных топливосжигающих установок [164]); создавать иерархию мер контроля и предотвращения загрязнений; вовлекать в создание справочников и разрешительных документов заинтересованные стороны.

Концепция НДТ в ЕС преимущественно ориентирована на предотвращение загрязнений, чем на контроль выбросов. Однако отмечены следующие проблемы: НДТ применяются только для основных производственных процессов, не учитывая всю цепочку создания стоимости и жизненный цикл товара; оцениваются только промышленные установки и их показатели, но не оценивается весь процесс производства.

В Соединенных Штатах Америки (США) отсутствуют документы и специальные стандарты в сфере НДТ, однако функционирует несколько программ результативности применяемых технологий на основе законов «О чистой воде» (CWA) [195], «О чистом воздухе» (CAA) [174], «О предотвращении загрязнения окружающей среды» (PPA) [218], по которым публикуются данные о передовых применяемых технологиях и проектах на официальных государственных сайтах. Программы по достижению экологической результативности создаются на национальном, местном уровнях или на уровне

отдельных штатов и могут устанавливать отдельные значения для определенных видов сырья. Стандарты результативности включают предельные количественные нормы эмиссий (ELV) и основываются на Национальных стандартах эмиссий опасных загрязняющих веществ [194]. Для создаваемых предприятий предельно допустимые нормы эмиссий устанавливаются при выдаче разрешительных документов [219]. Приведенные нормативные документы не содержат технологической базы, а состоят из предельных показателей загрязнения окружающей среды, причем нормативы различаются для различных отраслей и территорий.

В США результативность экологической и ресурсоэффективной политики отражают следующие данные: на 73% за 30 лет снижены выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при увеличении валового внутреннего продукта втрое [217]; за 20 лет вдвое сокращены отходы вторичного алюминия при реализации «зеленых» проектов; за последние 15 лет сокращено образование соединений свинца при увеличении объемов производства [154].

К недостаткам реализуемой политики в области ресурсоэффективной и экологической промышленной политики в США могут быть отнесены следующие факты: отсутствие единого процесса формирования стандартов по применяемым технологиям и законодательного закрепления требований к технологическим процессам способствуют тому, что предприятия склоняются выполнять показатели «на конце трубы», а не качественно улучшать процессы; при наличии детализированной базы данных по промышленным эмиссиям отсутствует возможность определения источника выброса.

В Китайской Народной Республике (КНР) регулирование воздействия промышленности на окружающую среду осуществляется на основе серии рекомендательных руководств по НДТ (GATPPCs), обязательных экологических стандартов и документов о предельных промышленных эмиссиях (EVLs) [140]. Стандарты сформированы по пяти направлениям: эмиссиям в ОС; качеству ОС; стандартам для экологического мониторинга; стандартам экологического менеджмента и общим экологическим требованиям.

В КНР концепция НДТ складывалась в несколько этапов. До 2006 г. исследованы наилучшие реально осуществимые технологии (BPTs), до 2010 г. создавалась Система менеджмента природоохранных технологий, по результатам которой в 2012 г. разработана методика по определению НДТ с учетом вовлечения заинтересованных сторон. До 2020 г. производилось внедрение выявленных по методике наилучших доступных технологий для черной металлургии и энергетики [161], осуществлялась разработка рекомендательной документации и руководств. Сейчас в КНР действует более 1600 природоохранных стандартов. В КНР оценка действенности концепции НДТ затруднительна вследствие сложности в установлении причинно-следственных связей, роста объемов производства, однако по отдельным ситуационным исследованиям наблюдаются положительные результаты в виде сокращения выбросов в ОС [63]. К недостаткам реализации концепции НДТ в КНР можно отнести то, что процесс выбора НДТ является непрозрачным; в разработанных документах присутствуют противоречия; часть руководств GATPPCs разрабатывается с опозданием.

Рассмотрен опыт использования концепции НДТ в странах индустриальных-лидерах, характеризующихся развитым промышленным сектором экономики и связанными с ним факторами НВОС.

Для выявления способов повышения ресурсоэффективности в мировой практике проведено сравнение особенностей реализации НДТ и результатов ее применения. На основе отчета, составленного Бюро наилучших доступных технологий НИИ «ЦЭПП», международных отчетов и публикаций результатов научной деятельности произведено сравнение концепции НДТ среди таких стран, как Россия, ЕС, КНР и США. Рассмотрено содержание концепции НДТ, их юридический статус, объекты НДТ, экономические, технические и экологические аспекты оценки, выявлена проблематика реализации концепции на основе источников [79, 117, 150, 163-164, 182, 193, 205, 213-214, 224]. Результаты сравнения представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнение концепции НДТ в мировой практике

Критерий	Россия	ЕС	США	КНР
1	2	3	4	5
Формулировка	Наилучшая доступная технология (BAT)	Наилучшая доступная технология (BAT)	Наилучшая доступная технология контроля (BACT), достаточно доступная технология контроля загрязнения (RACT), максимально достижимая технология контроля (MACT)	Доступные технологии предотвращения и контроля загрязнения (Available Technologies of Pollution Prevention and Control)
Законодательное закрепление	ФЗ «Об охране окружающей среды», «Концепция технологического развития на период до 2030» и др.	Директивы: «О промышленных эмиссиях» (IED); «Об отходах добывающей промышленности» (DMV), «Об установках сжигания средней мощности» (DMCP); Схема экологического менеджмента и аудита (EMAS)	Закон о чистоте воздуха (CAA); закон о чистой воде (CWA); закон о предотвращении загрязнений ОС (PPA) и др.	Законы об охране ОС (EPL), о предотвращении и контроле загрязнения атмосферы (APPCL), о предотвращении и контроле загрязнения вод (LPCCWP)
Год формирования	2015	1997	Нет закрепления концепции на государственном уровне	2018
Форма НДТ	ИТС по НДТ	Отраслевые справочники (SRD) Справочные документы (BREFs) и заключения по НДТ (BAT Conclusions); Отчеты о лучших практиках (BPR)	Нормативные акты, руководства по контролю НВОС	Руководства по доступным технологиям предотвращения и контроля загрязнения (GATPPCs) и предельные уровни эмиссий (ELVs)
Юридическая сила	Не имеют прямой силы, но являются основой для предъявляемых к технологиям требований	НДТ не имеют прямой юридической силы, но служат основой для обязательных к исполнению BAT-AELs. Стандарты по использованию технологий имеют юридическую силу	Стандарты имеют обязательную юридическую силу, но конкретные технологии обязательными не являются	Имеют прямую юридическую силу по допустимым предельным уровням выбросов

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
Объект анализа по НДТ	На основе уровня опасности по НВОС	На основе перечня отраслей с НВОС	На основе возможного уровня опасности	На основе потребления энергии и выбросов ОС
Проблематика реализации	Слабое вовлечение малых предприятий в разработку ИТС по НДТ, короткие сроки подготовки документов	Длительное время учета новых технологий, оценка не основана на учете жизненного цикла продукции	Оценка не основана на учете жизненного цикла продукции, а проводится по результатам выбросов «на конце» трубы	Отсутствие прозрачных мер наказания за несоблюдение уровней эмиссий. Примитивная экономическая оценка
Технические аспекты	Рассматривается период внедрения; эффективность внедрения и эксплуатации технологии, оборудования; критерием является применение технологии не менее чем на двух объектах с НВОС в РФ. Оценивается ресурсо- и энергопотребление	Оценку технологий выполняют на основе результатов анкетирования и дискуссий ТРГ. Оценивается сочетание технологий предотвращения НВОС и основных технологий на основе показателей «на конце трубы»	Специальным агентством проводится оценка деятельности в области менеджмента качества, а также технологий защиты окружающей среды в сравнении с лучшими практиками	Оценивается применимость на новых и имеющихся предприятиях. Рассматриваются показатели производительности, нагрузки, степень автоматизации, удаление загрязняющих веществ, энергоэффективность. В GATPPCs стандартного деления показателей по категориям нет
Экономические аспекты	В настоящее время у ТРГ нет стандартизированной методологии оценки экономических аспектов технологий, экономическая целесообразность технологий описывается преимущественно на качественном уровне	Минимизация издержек не является отдельным критерием при выборе НДТ. Осуществляется примерная характеристика соответствующих затрат и выгод	Такая оценка проводится при анализе конкретных технологий (при принятии решений об отнесении технологии к ВАСТ). Конкретные критерии оценки экономической эффективности технологий не установлены	Оцениваются затраты на строительство, издержки эксплуатации и доходы. В случае превышения доходов модернизация считается экономически эффективной

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
Экологические аспекты	Существует список факторов НВОС и загрязняющих веществ, который применим ко всем отраслям. Технология определяется экспертами как НДТ, если обеспечивает снижение или предотвращение эмиссий одного или нескольких основных загрязняющих веществ	По результатам изучения отрасли ТРГ на основе экспертного метода определяет экологическое воздействие на ОС	Нет единого подхода к сбору информации о результативности по эмиссиям. Проводится сравнение данных научной литературы, отчетов, проводится анкетирование участников отрасли для определения и установления нормативов в справочниках	Экологические аспекты преобладают над экономическим. По отраслям оценивается влияние технологий на ОС. Для каждой отрасли определены и оцениваются возможные риски НВОС
Прочие аспекты оценки	Не выявлены. Оценка проводится на основе приведенных выше аспектов	Не выявлены. Оценка проводится на основе приведенных выше аспектов	Не выявлены. Оценка проводится на основе приведенных выше аспектов	Оценивается общественное восприятие, территориальная доступность, технологический и организационный потенциалы как социальные аспекты. Также оцениваются административные аспекты

Источник: составлено автором на основе [79, 117, 150, 163–164, 182, 193, 205, 213-214, 224].

По результатам проведенного анализа можно отметить, что во всех рассмотренных странах прямо или косвенно проводится оценка технологий по уровням промышленных эмиссий. Показатели для НДТ устанавливаются по результатам взаимодействия представителей различных областей: представителей государственных органов, представителей отрасли, ассоциаций, научно-исследовательских институтов и общественных организаций.

На макроуровне реализация концепции НДТ в национальном масштабе является одним из инструментов реализации политики устойчивого развития, а на микроуровне позволяет реализовывать проекты технологического развития конкретного предприятия с учетом необходимости достижения национальных целей устойчивого развития.

#### **Выводы к 1 главе:**

1. Современные вызовы развития трансформируют экономику в сторону ответственного производства и потребления ресурсов. Все больше внимания уделяется вопросам снижения негативного воздействия на окружающую среду. Перечисленные вызовы развития признаны на мировом уровне и отражены в целях устойчивого развития, однако каждая страна, формируя собственную политику развития, принимает национальные стратегии и инструменты, обеспечивающие достижение целей устойчивого развития. Среди перспективных трендов развития могут быть выделены концепция устойчивого развития, цифровая трансформация и сетивизация. Данные тренды отражают эффективность использования ресурсов на различных уровнях, снижая экологические и социальные последствия.

2. Для осуществления устойчивого долгосрочного развития экономики в России одним из инструментов государственной политики в области достижения целей устойчивого развития являются наилучшие доступные технологии. Идеология НДТ задумывалась как система концептуально оформленных представлений, идей, ценностей, принципов и разработана с учетом анализа внешней среды, рисков и возможностей развития национальных

предприятий. Сформированные стандарты по НДТ и приведенные в справочниках рекомендации нацелены на стимулирование действующих и вновь создаваемых предприятий не превышать установленный уровень выбросов в окружающую среду и использовать только современные технические и технологические решения.

Однако в текущих условиях выполнение установленных нормативов труднореализуемо для большинства предприятий. В целях разделения возросших финансовых затрат, рисков и совместного поиска способов повышения ресурсоэффективности необходимо осуществлять объединение предприятий на основе общих интересов и готовности к сотрудничеству. Данное взаимодействие необходимо создавать с применением инструмента НДТ и через формирование сетевых связей, что позволит участникам рынка не только разделить риски, финансовые издержки, но и получить синергетический эффект, формируя политику долгосрочного устойчивого развития. Сейчас в России успешно функционирует концепция НДТ, но следует также уделить внимание созданию сетевых взаимодействий.

3. По результатам анализа мирового опыта в области реализации концепции НДТ выделены подходы к повышению ресурсоэффективности. Установлено, что на макроуровне реализация концепции НДТ в национальном масштабе является одним из инструментов реализации политики устойчивого развития, а на микроуровне позволяет реализовывать проекты технологического развития конкретного предприятия с учетом необходимости достижения национальных целей устойчивого развития. Таким образом, для повышения ресурсной эффективности проекты устойчивого развития предприятия должны основываться на НДТ.

## **2 Методика оценки сетевых интеграций промышленных предприятий с целью ресурсоэффективного развития**

### **2.1 Анализ форм сетевой интеграции промышленных предприятий**

Реализация политики повышения ресурсоэффективности является фактором, обеспечивающим устойчивый рост экономики и промышленного сектора [102]. Одним из способов повышения ресурсоэффективности является создание сетевых объединений на основе эколого-технологических проектов. Одним из первых устойчивые сетевые объединения и получаемые от них эффекты рассмотрел А. Marshall в своем труде «Принципы экономической теории» (1890 г.). Он определил, что сетевые взаимодействия экономических агентов, расположенных в непосредственной близости друг к другу и осуществляющих совместную деятельность, сопровождаются положительными эффектами: оперативным обменом информацией; оперативным взаимодействием между высококвалифицированным кадрами; доступом к поставщикам продуктов и услуг [134].

В современном экономическом словаре такие объединения называют интеграциями, которые проявляются «как в расширении и углублении производственно-технологических связей, совместном использовании ресурсов, объединении капиталов, так и в создании благоприятных условий осуществления экономической деятельности, снятии взаимных барьеров» между участниками рынка [107]. По мнению Л. М. Давиденко, «в условиях глобальной конкуренции важную роль играет выявление взаимосвязей в изменяющейся среде, разработка технологий эффективного взаимодействия рыночных инструментов и перспективных направлений развития бизнеса путем промышленной интеграции» [28]. Н. В. Шмелева отмечает, что «значительное ускорение и усложнение экономических процессов определили появление сетевых моделей взаимодействия между экономическими субъектами, развитие которых привело к трансформации структуры экономики: сети становятся наиболее

продуктивными и перспективными формами взаимодействия хозяйствующих субъектов» [133], что подтверждает актуальность формирования сетевых интеграций в современных условиях хозяйствования.

Таким образом, промышленные интеграции позволяют получить ряд преимуществ, актуальных для объединяющихся участников рынка. В зависимости от видов устанавливаемых связей, от задач объединения между предприятиями выделяют три вида интеграций: вертикальную, горизонтальную и их сочетание [127].

Вертикальная интеграция представляет объединение участников рынка из разных отраслей, связанных технологически [66]. Данный вид интеграции выстраивается вокруг общего производственного процесса и используется для повышения ресурсоэффективности производств и качества продукции, оптимизации запасов и расходов на исследовательские и опытно-конструкторские работы, снижения транзакционных издержек, оптимизации обслуживания товаров и разделения рисков между участниками интеграции. Формы вертикальной интеграции применяются для решения конкретных задач по оптимизации бизнес-процессов. Среди примеров вертикальной интеграции можно привести компании ПАО «Татнефть», ПАО «Норникель», ExxonMobil, Royal Dutch Shell, BP, Petronas, которые функционируют по всей цепочке поставок от обнаружения месторождений нефти до переработки однородного сырья в конечную продукцию. Таким образом, вертикальные интеграции формируются на основе промышленной производственной цепочки и дают преимущества объединяющимся участникам. Однако в случае контроля всей цепочки производства происходит монополизация рынка, где вертикальная интеграция становится малоэффективной. Снижается качество продукции, предприятию становится трудно оставаться лидером по всем видам деятельности и осуществлять своевременную модернизацию производственных мощностей и технологий. Проблемы вертикальных интеграций проявились к концу XX века. Компании с мировой известностью Nokia, General Motors не отказались от вертикальной формы интеграции, что повлияло на снижение

конкурентоспособности и уход с рынка. Однако такие компании, как Apple, Google, IBM посредством своевременного отказа от вертикальной интеграции и при сосредоточении на конкретном виде продукции – повысили качество товара и увеличили стоимость компании на рынке.

Горизонтальная интеграция представляет собой объединение участников рынка из одной отрасли или сферы производства, производящих однородную продукцию [48]. После 2000 г. вследствие увеличения внимания к потребляемым ресурсам, появления новых методов управления жизненным циклом товаров, изменения маркетинга и предпочтений потребителей вертикальные формы перестали быть эффективными. Совместно с интеллектуализацией, цифровизацией, увеличением внимания к экологическим аспектам, быстрым устареванием технологий в условиях новых открытий и разработок горизонтальный вид интеграции получил широкое распространение. После 2015 г. такие компании, как Apple, Microsoft, Samsung сосредоточились на однородной продукции, что позволило повысить качество и сохранить лидерские позиции на рынке. Компании Fiat, Ford освободились от непрофильных видов деятельности и на основе горизонтальной интеграции участвовали в реализации стартапов, взаимодействовали с разработчиками, что позволило осуществить выпуск продукции с новыми свойствами и по инновационным ресурсоэффективным технологиям.

Третьим видом интеграции является сочетание элементов вертикального и горизонтального взаимодействия участников рынка из разных отраслей, связанных между собой не только технологическими процессами (конгломеративная форма взаимодействия). Примерами такого вида являются конгломераты ПАО «Газпром», ПАО «Лукойл», ПАО «Новатек», ООО «Металлоинвест», ГК «Росатом», Philips. Перечисленные примеры компаний являются лидерами и уже объединяют участников рынка из разных отраслей. Объединяют, к примеру, под финансовым и юридическим контролем. Такие формы создаются для максимизации прибыли, внедрения инноваций, получения экономического эффекта и повышения ресурсоэффективности.

Основополагающим при создании конгломератов является поглощение или слияние компаний. Тем самым участники производственного процесса (лидеры отрасли) снижают производственные издержки в поглощаемых организациях и стимулируют их развитие с учетом собственных целей. Такие взаимодействия приводят к эффективному развитию убыточных и неконкурентоспособных по отдельности компаний.

Приведенные виды интеграций эффективно работают при их своевременном использовании и при своевременной смене формы взаимодействия. Вертикальные формы являются оптимальными для развития на основе производственной цепочки, однако при чрезмерном расширении видов деятельности может быть потеряна уникальность продукции, снижено ее качество. При высоких затратах на инновационное развитие и внедрение технологий может быть упущено время на своевременную модернизацию, что приведет к дальнейшему использованию устаревших и нересурсоэффективных технологий. Горизонтальная интеграция может также утратить свою эффективность при чрезмерном использовании аутсорсинга, который приводит к снижению качества и конкурентных позиций на рынке. Использование таких форм, как конгломераты, может осуществляться для развития по стратегическим направлениям (для национальной экономики, к примеру, это производство редкоземельных элементов, ядерного топлива, материалов и сплавов с новыми свойствами и пр.).

А. Ю. Никитин, рассуждая об интеграционных процессах в России, отметил, что «происходят и усиливаются процессы консолидации капиталов. Усилившиеся в последнее десятилетие интеграционные процессы приводят к тому, что небольшие и средние компании не выдерживают конкуренции, особенно в промышленности, требующей внедрения инноваций и получения технологических преимуществ. А накопление капитала крупными компаниями позволяет им диверсифицировать бизнес, распространяя его не только на смежные виды деятельности вверх и вниз по технологической цепочке, но также и на близкие (например, обслуживающие основной бизнес) виды деятельности и

даже на никак с ним не связанные (например, банковский, страховой секторы и т.п.)» [66]. Согласно точке зрения А. Ю. Никитина [66], в России преобладают такие формы интеграции, как горизонтальные, вертикальные и многоотраслевые объединения. Такие объединения формируются на основе жизненного цикла предприятия.

Жизненный цикл предприятий был описан И. Адизисом [143]. Согласно предложенной им модели, участники рынка проходят цикл от «ухаживания» (появления на рынке) до «смерти». На разных этапах жизненного цикла из всех возможных вариантов развития следует негативный исход и потеря конкурентных преимуществ. Согласно теории жизненного цикла Л. Грейнера, с течением времени и увеличением размеров организации на каждом этапе участник рынка испытывает и развивается через кризис [171]. В последней версии исследований в рамках данной модели в 1998 г. ученым был добавлен последний этап в модели: рост через объединения.

В современных условиях, когда достигнут пик развития в рамках одного жизненного цикла, предприятию необходим переход на новый жизненный цикл, что позволит избежать «старения» или ухода с рынка. В качестве антикризисных мероприятий предлагается рассматривать реализацию совместных проектов развития, направленных на оптимизацию управления ресурсами через партнерское взаимодействие, что позволит перейти к новому жизненному циклу развития. Ввиду ограниченности ресурсов (необходимости повышения ресурсной эффективности), переход от одного этапа развития к другому в рамках этапов одного жизненного цикла ресурсозатратен (необходимы финансовые, кадровые и прочие ресурсы). В данных условиях своевременное создание сетевых интеграций может являться одним из ключевых направлений развития предприятий, а также может использоваться для оптимизации потребления ресурсов между несколькими участниками рынка (для повышения ресурсной эффективности производственной цепочки за счет их взаимодействия).

К примеру, при производстве инновационного продукта необходимо наличие ресурсов на RnD, на внедрение новых технологий и «выход» товара на

рынок. Одновременно с этим в условиях современных вызовов и необходимости долгосрочного устойчивого развития необходимо использование современных и перспективных технологий. Если у участника рынка недостаточно ресурсов для реализации стратегии нового жизненного цикла, то она может быть реализована через создание различных сетевых интеграций, позволяющих объединить ресурсы и разделить риски между несколькими участниками рынка. Обеспечение развития предприятия по модели устойчивого развития требует дополнительных ресурсов. Использование интеграционных моделей взаимодействия позволяет найти ресурсы на эколого-социальные проекты в рамках реализации концепции устойчивого развития.

Рассматривая жизненный цикл развития участников рынка, необходимо на каждом этапе производить оценку конкурентоспособности производимой продукции, соответствие технологий современному уровню ресурсоэффективности (установленному в ИТС по НДТ), выполнения требований социально-экологического развития и учитывать стратегические направления отраслевого и национального развития.

При этом формирование государственной стратегии в области повышения ресурсоэффективности не может быть осуществлено только через копирование зарубежного опыта и создание аналогов их продукции или интегрированных моделей сетевого взаимодействия. Стратегия развития национальных компаний должна иметь опережающий характер, учитывать национальные возможности и ограничения, тем самым обеспечивая конкурентоспособное положение отечественных компаний на международном рынке.

Создание сетевых интеграционных моделей взаимодействия за счет объединения ресурсных потенциалов (рисунок 1) может обеспечивать реализацию следующих современных целей развития:

- повышение эффективности производства (ресурсоэффективности),
- обмен отходами или вторичными ресурсами,
- снижение производственных затрат,

- снижение трансакционных издержек (издержек, сопровождающих взаимоотношения экономических агентов),
- снижение негативного воздействия на окружающую среду,
- совместное научно-технологическое развитие и обмен знаниями,
- формирование замкнутых производственных процессов,
- усиление конкурентных преимуществ участников объединения и пр.

В современных условиях эффективные сценарии устойчивого развития промышленных предприятий могут осуществляться в таких горизонтальных или конгломеративных видах взаимодействия, как кластеры, технопарки (технологические парки), промышленные технопарки, промышленные симбиозы и экосистемы.

По определениям А. В. Бабкина, А. О. Новиковой под **кластером** понимаются «географически близкие группы предприятий, специализирующиеся на производстве схожих изделий или оказании услуг; географически близкая группа взаимосвязанных отраслей промышленности; группы предприятий, использующих одинаковые технологии производства и связанные с другими группами фирм на основе технологий» [11]. Такая форма позволяет повысить конкурентоспособность участников кластера и получить синергетический эффект за счет реализации таких ресурсных потенциалов, как: природно-ресурсный, кадровый, рыночный, инфраструктурный, экономический, инновационный, технологический, а также за счет повышения стоимости основных производственных фондов и оборотных средств [67]. Таким образом, кластеры представляют собой однородные совместно развивающиеся и при этом продолжающие конкурировать предприятия. Такое взаимодействие позволяет осуществлять ускоренное технологическое развитие как участников объединения, так и регионов присутствия за счет привлечения инвестиций, за счет создания предпринимательских и хозяйственных сетей, за счет развития малого и среднего бизнеса. Кластерный тип интеграции характеризуется межотраслевым объединением участников рынка, которые вступают в кооперацию на различных стадиях стоимостной цепочки и жизненного цикла

продукции, реализуют интересы территории и обеспечивают максимальную инновационность и гибкость всем участникам взаимодействия [106]. Создание кластеров преследуют также следующие цели: разработка или освоение новых технологий, продуктов, услуг, а также реализация конкурентных преимуществ территорий.

Примером ресурсоэффективного кластера можно назвать Норвежский кластер EYDE, созданный для решения проблем перерабатывающей промышленности. Участники объединения реализуют программу устойчивого и инновационного развития для снижения негативного воздействия от своей деятельности и для повышения ресурсной эффективности [192]. Другим успешным примером является кластер Biocluster.dk, созданный в Дании. Задачи кластера отражают развитие моделей экономики замкнутого цикла, биоэкономики, снижения экологического воздействия, поддержку и развитие регионов присутствия. Для решения данных задач в рамках кластера создаются площадки для распространения научных знаний и стимулирования дальнейшего развития инноваций. Российскими примерами кластеров в области оптимизации переработки отходов и водообращения можно назвать кластеры, сформированные в Санкт-Петербурге, Казани, Кемерове. В России ИСИЭЗ НИУ ВШЭ и Минпромторгом ведется база по функционирующим кластерам страны [45, 73]. Разработанные карты кластеров включают функционирующие кластеры, их участников, аналитические материалы, основные задачи, уровень развития, что позволяет кластерам развиваться и включать в свой состав новых участников, находить инвесторов.

Согласно определению International Association of Science Parks and Areas of Innovation (IASP), «**технологический парк** — это организация, управляемая специалистами, главной целью которых является увеличение благосостояния местного сообщества посредством продвижения инновационной культуры, а также состязательности инновационного бизнеса и научных организаций» [202]. Через технопарки осуществляется стимулирование и управление потоками знаний и технологий между компаниями, рынками, научно-исследовательскими

учреждениями. Одним из видов технопарков является **экотехнопарки**, которые представляют взаимодействие участников рынка для решения проблем загрязнения окружающей среды и воздействия на экологию через использование современных технологий [114]. Данные виды взаимодействия осуществляются в рамках одной территории, имеют однородный состав участников и направлены на повышение ресурсоэффективности за счет внедрения и распространения проектов, стартапов. Под экоиндустриальными промышленными парками понимаются расположенные на одной территории производственные и сервисные компании, достигающие устойчивого развития за счет сотрудничества в управлении ресурсами и воздействием на окружающую среду [81]. Все перечисленные виды технологических парков способствуют не только технологическому развитию, но и координации экономического развития и охраны окружающей среды.

В рамках программы ООН, по ресурсоэффективной и чистой продукции с 2012 по 2020 год появилось 33 экоиндустриальных парка в 12 странах [81]. Успешными примерами в мировой практике являются экотехнопарки в Японии (Кавасаки), США, Южной Корее, позволяющие более эффективно использовать энергию, снижать НВОС, уменьшать потребление ресурсов за счет их вовлечения в повторный оборот (переработка бутылок, бумаги, электроники, повторное использование пластмасс, металлов и пр.). В России примерами крупнейших экотехнопарков являются «Михайловский» (переработка промышленных отходов), «Калуга» (твердые бытовые отходы), «Липецк», «Шиес» (переработка мусора).

**Промышленный симбиоз** представляет собой интеграцию предприятий, когда отходы одних предприятий становятся ресурсами для другого предприятия [80, 228]. Данная форма объединения осуществляет вовлечение традиционно не связанных отраслей в коллективный подход к созданию конкурентных преимуществ, включая обмен материалами, энергией или побочными продуктами производства [209]. Промышленный симбиоз как экономическая модель взаимодействия активно разрабатывается с начала XXI века и сейчас

активно развивается в качестве ключевой подобласти промышленной экологии, экологической структуры, в соответствии с которой реальный сектор экономики может функционировать как экосистема, характеризующаяся сетями взаимодействия между компаниями [187]. Данные сети позволяют создавать замкнутые системы обращения отходов или вторичного сырья, повышая ресурсную и экологическую эффективность промышленных процессов. Промышленные симбиозы могут создаваться предприятиями самостоятельно, при поддержке ассоциаций или при государственной поддержке на основе процессов комплексного использования ресурсов.

После распространения положительного опыта Каллунборга (промышленный симбиоз в Дании) промышленные симбиозы появились и в других странах: Швеции, Японии, Словакии, России и пр. [12]. Примером промышленного симбиоза является симбиоз «Кеми-Торнио» (Лапландия), который включает компании по обмену побочными продуктами. Другим примером успешного промышленного симбиоза служит «Хэндело» в муниципалитете «Норчепинг» в Швеции, где деятельность компаний объединения сосредоточена на сокращении и коммерческом использовании бытовых отходов и побочных промышленных продуктов, пригодных для генерации энергии. В России примером промышленного симбиоза можно считать создание в 2013 г. в Кемеровской области полного производственного цикла по добыче и обогащению железной руды. Это позволило сохранить рабочие места на горнорудных предприятиях, создать эффективное взаимодействие регионов Кемеровской области и Хакасии. Также промышленный симбиоз сформирован в г. Санкт-Петербурге («Балтийский Промышленный Симбиоз») для создания и внедрения чистых технологий городской среды [72, 228]. Другим примером является компания ООО «АККЕРМАНН ЦЕМЕНТ», которая осуществляет проекты по вовлечению вторичных ресурсов (реализуются проекты по вовлечению шлаковых отвалов от металлургической промышленности, по использованию альтернативного

топлива в виде опилок, которые образуются в результате лесопереработки и лесозаготовки).

Отличие промышленных симбиозов от промышленных технопарков состоит в том, что цель создания промышленных технопарков – это переработка отходов, а промышленных симбиозов – это выстраивание технологических процессов с целью вовлечения вторичного сырья в производственный оборот.

И еще одной моделью организационно-экономического взаимодействия можно назвать **промышленную экосистему** – организационное взаимодействие предприятий, появившееся как результат концепции «Индустрии 4.0» и «Индустрии 5.0». R. Frosch R., N. Galloropoulos определяют такие экосистемы, как форму промышленной деятельности, представляющую собой локализованные социально-экономические формации, обеспечивающие устойчивое развитие посредством координации входных и выходных ресурсов [179]. В дальнейшем понятие экосистемы было расширено Л. Берталанфи, И. Р. Пригожиным, Г. Хакеном как открытой, самоорганизующейся и саморазвивающейся сложной системы. Согласно мнению данных исследователей [79, 129], синергия междисциплинарных отраслей может быть ключом решения проблем предпринимательской деятельности, а совместные действия могут сформировать новые качества, которых нет у участников рынка по отдельности. Согласно определению Т. О. Толстых, Н. В. Шмелевой, под промышленной экосистемой необходимо понимать самостоятельно формирующуюся и совместно развивающуюся систему взаимодействия участников рынка и различных объединений для обмена материалами, энергией, знаниями, технологиями и отходами [210]. Экосистемная модель создает благоприятную среду для генерирования и реализации инновационных проектов и сейчас продолжает свое формирование [175, 176]. Важнейшее значение в этой форме взаимодействия имеет коллаборационная зрелость [55], позволяющая через взаимодействие участников рынка создавать ценности из различных потоков данных. Экосистемная модель позволяет интегрировать в качестве участников все выше рассмотренные модели и дает наибольшее повышение ресурсоэффективности.

Экосистемную модель можно считать эволюционным развитием всех предыдущих организационно-экономических моделей взаимодействия. На рисунке 6 схематично представлено взаимодействие сетевых интеграций и их преимущества.

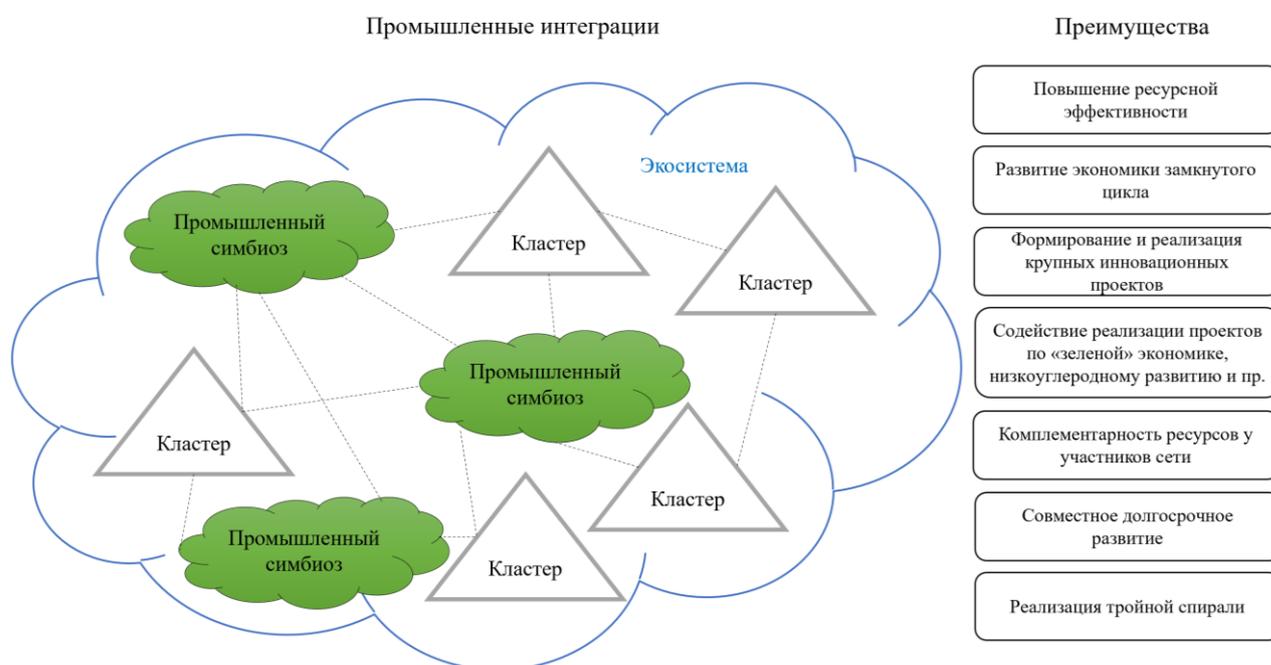


Рисунок 6 – Экосистемная модель сетевой интеграции

Источник: составлено автором

Таким образом, для решения инновационных, технологических и экологических задач, для повышения ресурсоэффективности и обеспечения импортонезависимости в настоящее время предприятиями используются различные модели взаимодействий. Сравнение характеристик этих моделей взаимодействия представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнение организационно-экономических моделей взаимодействия с позиции повышения ресурсоэффективности

Критерий сравнения	Кластеры	Промышленные симбиозы	Технологические парки	Промышленные экосистемы
Цель объединения	для совместного научно-технологического развития конкурирующих между собой участников рынка	для снижения образования отходов (вовлечения в оборот вторичных ресурсов)	для снижения экологических рисков через управление отходами	создание замкнутых систем, обмен ресурсами (новыми знаниями, технологиями, информацией или уникальными ресурсами)
Особенности состава	осуществляется развитие одной отрасли или сектора экономики, включают в состав научные организации	создаются на основе проектов по снижению образования отходов между участниками одной и более отраслей	создаются на основе проектов по снижению эколого-социального ущерба	бизнес, научное сообщество, промышленность, государство и организационно-экономические модели
Локализация и расположение	имеют территориально-экономическую основу (создаются по критерию экономической целесообразности транспортной доступности между участниками объединения)		между участниками одной территории, чаще на территориях крупных промышленных городов	регионы, города, страны
Подход к формированию	коллаборация и государственное стимулирование	коллаборация и самоорганизация	государственное и территориальное стимулирование	самоорганизация
Проектноориентированность	реализация инновационных проектов	реализация проектов по возвращению отходов в производственный цикл	реализация «зеленых» экологических проектов	реализация инновационных, научных, экологических и социальных проектов
Влияние на ресурсную эффективность участников	повышение ресурсоэффективности за счет создания высокотехнологичных продуктов	повышение ресурсоэффективности за счет вовлечения отходов и развития замкнутых производственных моделей	снижение образования отходов производств и территорий за счет их переработки	повышение ресурсоэффективности за счет научного, инновационного и технологического взаимодействия при создании замкнутых систем

Источник: составлено автором на основе [5, 18-19, 80, 114, 124]

Общим преимуществом всех сетевых моделей взаимодействия является разделение инвестиций в технологическую модернизацию и рисков, которые позволяют участникам рынка в динамически меняющихся условиях оставаться

конкурентоспособными и технологически развиваться в долгосрочной перспективе.

Учитывая глобальные вызовы экономики, такие как ограниченность ресурсов, загрязнение окружающей среды, устаревание технологий, переход к информационному обществу, сформировались следующие тенденции развития промышленности, которые необходимо учитывать при анализе сетевых интеграций:

- переход к экономике замкнутого цикла посредством качественного преобразования производственных процессов на принципах повторного использования ресурсов [56];

- реструктуризация промышленного производства повлияла на снижение доли промышленности в ВВП в пользу транзакционных секторов (кроме Китая, Индии, Мексики, Индонезии, ЮАР) [7];

- трансформация промышленности через цифровое проектирование и моделирование дает возможность создавать новые бизнес-процессы. Лидерами становятся именно те предприятия, которые переносят акценты своей деятельности в область цифрового пространства, используют цифровые интеллектуальные технологии в системе управления [59];

- применение цифровых технологий и результатов технологического развития в перестроении производственных процессов на принципах «безотходности» и автоматизации отражается на повышении производительности труда и ресурсоэффективности производства;

- сокращение числа занятого населения в промышленном производстве при росте уровня автоматизации и использования современной техники, повышение квалификации рабочей силы [1, 76];

- увеличение скорости устаревания техники и средств производства, увеличение доли наукоемких секторов [47].

В условиях санкционных ограничений, когда предприятия могут рассчитывать на внутренние ресурсы страны, создание и развитие сетевых интеграций также может являться инструментом преодоления негативных

экономических последствий, обеспечения технологической импортнезависимости и повышения технологического суверенитета.

Стратегические направления развития в России отражены в «Концепции технологического развития на период до 2030 года» [50], которая нацелена на обеспечение технологического суверенитета, повышение конкурентоспособности отечественных инноваций и высокотехнологичной продукции. Стимулирование создания и развития сетевых интеграций среди участников рынка (кластеров, технологических парков, промышленных симбиозов и др.) согласуется с данной концепцией: является одним из инструментов обеспечения устойчивого развития через повышение ресурсоэффективности [106] и стимулирует внедрение сквозных технологий и инноваций.

Формирование и развитие сетевых интеграций позволит достичь цели устойчивого развития национальной экономики: обеспечить технологический суверенитет Российской Федерации, обеспечить конкурентоспособность отечественной продукции, обеспечить безопасность и оборону государства, повысить качество и уровень жизни граждан Российской Федерации, а также перейти к модели рационального природопользования.

В связи с тем, что создание сетевых интеграций в реальном секторе экономики может стать одним из инструментов достижения целей устойчивого развития важным является создание подходов к оценке ресурсных потенциалов предприятий, эффективности сетевых интеграций и сопутствующих синергетических эффектов. При этом определяющими фактором успешного создания сетевых интеграций являются технологии, уровни доверия компаний друг к другу, согласованность корпоративных культур и стратегических приоритетов в сфере снижения негативного воздействия на экологию и технологического развития.

К дальнейшим задачам исследования относится разработка критериев оценки сетевых интеграций, экономического эффекта их создания, а также разработка методических рекомендаций по их развитию и функционированию.

При использовании рассмотренных моделей технологического взаимодействия могут быть получены следующие преимущества:

- 1) повышение экономических показателей при объединении (рентабельности промышленных предприятий, производственных процессов за счет оптимизации издержек, реализации отходов и пр.);
- 2) снижение негативного воздействия на окружающую среду через комплексное использование ресурсов, снижение образования отходов и пр.;
- 3) повышение конкурентоспособности национальных предприятий через реализацию совместных проектов, объединение инвестиций и ресурсов, что актуально для выхода на мировой рынок в перспективе;
- 4) обеспечение растущего спроса на сырье и формирование нового рынка (создание собственных производств критических видов продукции);
- 5) восстановление нарушенных производственных цепочек после ухода иностранных поставщиков и производителей с российского рынка, обеспечение импортонезависимости;
- 6) достижение эффекта от развития науки и использования инноваций (технологий);
- 7) повышение инвестиционной привлекательности предприятий;
- 8) достижение и превышение показателей отраслевых справочников по НДТ.

В санкционных ограничениях для отечественной экономики создание сетевых интеграций может стать одним из инструментов обеспечения импортонезависимости, так как в рамках сетевого взаимодействия реализация импортозамещающих производств менее затратна для участников объединения, чем для единичного предприятия.

## 2.2 Разработка инструментов оценки эффективности функционирования сетевой интеграции

Создание сетевых интеграций является одним из инструментов достижения устойчивого развития. Такие взаимодействия основаны на повышении ресурсной эффективности, разработке и реализации инновационных проектов на основе концепции НДТ, реализации «зеленых» проектов по снижению НВОС, реализации проектов экономики замкнутого цикла, комплексном использовании ресурсов и вовлечении вторичных ресурсов в производство. В зависимости от направлений проектов могут формироваться различные виды взаимодействия: кластеры, промышленные симбиозы, промышленные технопарки и пр. (смотри об этом подробнее выше в разделе 2.1). Данные модели активно разрабатываются с начала XXI века. Конечным этапом эволюции моделей сетевых интеграций является переход экономики к функционированию на основе экосистем. Сетевые интеграции могут создаваться самостоятельно частными предприятиями или при поддержке ассоциаций, государства.

Для изучения имеющегося опыта оценки сетевых интеграций проведен анализ публикаций из научных баз: Scopus, Web of Science, PubMed и MEDLINE, ELIBRARY, «КиберЛенинка». В таблице 4 приведены систематизированные результаты исследования: суть методики и вид сетевой интеграции, для оценки которой она применялась.

Таблица 4 – Результаты анализа публикаций по оценке сетевых интеграций

Исследователи	Страна	Научный результат	Вид сетевой интеграции
1	2	3	4
Aid G., Brandt N., Lysenkova M., Smedberg N. [145]	Швеция	Проводили оценку потенциала регионов при создании промышленных симбиозов на основе качественного анализа. Основные преимущества создания промышленного симбиоза отмечали в экономии на затратах (экономичность) и в снижении экологических последствий (экологичность).	Промышленный симбиоз

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4
Mulrow J.S., Derrible S., Ashton W.S., Chopra S.S. [191]	США	Предложили оценку промышленных симбиозов на основе модели капиталов: естественный (природный), общественный, человеческий, финансовый. Перечисленные потоки капиталов было предложено рассматривать с точки зрения их использования из основных запасов, имеющихся в настоящее время или потенциально доступных в пределах отрасли или территории, городского района, региона, в котором расположен промышленный симбиоз.	Промышлен- ный симбиоз
Kim H.-W., Dong L., Choi A.E.S., Fujii M., Fujita T., Park H.-S. [177]	Южная Корея	В связи с истощением энергетических ресурсов осуществляли исследования в области создания замкнутых систем в экономике. Разработали методологию оценки альтернатив (обмен материальными потоками и паром). Оценили экономические и экологические последствия функционирования 14 промышленных симбиозов в Ульсане, созданных в 2005–2014 гг. Экономическая выгода в год суммарно составляет более 400% по отношению к вложениям. Выбросы CO <sub>2</sub> снижены на 486 тыс. т. в год и экономия энергии составляет 136 тыс. ТОЕ в год.	Промышлен- ный городской симбиоз
Santos V.E.N., Magrini A. [201]	Бразилия	Оценили 12 симбиотических потоков отходов био-перерабатывающего комплекса, которые могут быть повторно использованы местными предприятиями. По результатам оценки получили: экономия выбросов CO <sub>2</sub> более 400 тыс. т. ежегодно; более 43 тыс. т. отходов могут быть направлены в производство энергии.	Промышлен- ный симбиоз
Baglio L., Copani F. и др. [152]	Италия	Исследовали процесс извлечения тяжелых и драгоценных металлов для продажи в будущем в контексте промышленных симбиозов. Оценка проводилась только по количественным показателям.	Промышлен- ный симбиоз
Garcia-Muiña F.E., González- Sánchez R., Ferrari A.M., Volpi L., Pini M., Siligardi C., Settembre- Blundo D. [169]	Италия	Считали, что переход к бизнес-моделям замкнутого цикла может быть затруднен отсутствием актуальных данных и операционных инструментов. Экодизайн, связанный с технологиями индустрии 4.0, может стать эффективным методологическим подходом при разработке продуктов, соответствующих принципам экономики замкнутого цикла. На примере производства керамической плитки предложили перестроить бизнес-модели через подход эко-дизайна с целью оптимизации системы поставок сырья для улучшения экологических и социально-экономических показателей готовой продукции. Был получен положительный экономический и экологический эффект при строительстве собственного перерабатывающего завода за счет экономии затрат на логистику и закупку сырья из-за рубежа.	Бизнес- модели замкнутого цикла, промышлен- ный симбиоз

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4
Kobayashi H., Murata H., Fukushige S. [178]	Япония	Предложили гибридную методологию расчета жизненного цикла потоков (для более реалистичного расчета динамических материальных потоков).	Промышлен- ный симбиоз
Гамидуллаева Л. А., Толстых Т. О., Шмелева Н. В. и др. [18, 211]	Россия	Предлагали рассматривать участников (акторов) промышленных интеграций по ролям. Предложили методологию оценки отдельных акторов по следующим видам потенциалов: технологический, инновационный, кадровый, финансовый, стратегический и циркулярный. Также предложили показатели для оценки групп акторов по таким видам потенциалов, как интеллектуальный и интеграционный. Предложили методику комплексной оценки экосистемы.	Экосистема, промышлен- ный симбиоз,
Уткина Е. Э. [124]	Россия	Предложила проводить оценку промышленно-симбиотических объединений через: 1) оценку жизненного цикла в количественных показателях используемых ресурсов, утилизации генерируемых отходов в течение жизненного цикла для определения воздействия на экологию; 2) оценку материальных потоков и способов использования энергии для снижения воздействия на окружающую среду; 2) количественную оценку выбросов негативных веществ; 3) показатели для оценки потребления ресурсов.	Промышлен- ный симбиоз
Мочалова Л. А., Соколова О. Г. [189]	Россия	Оценивали модели экономики замкнутого цикла в горнодобывающей промышленности по потокам ресурсов через концепции 3R и 5R. Количественные результаты в исследовании не представлены.	Эко- промышлен- ный симбиоз
Braun A.-T., Schöllhammer O., Rosenkranz B. [157]	Германия	Адаптировали бизнес-модель, включив в нее экономику замкнутого цикла в качестве инструмента стратегического проектирования и принятия решений.	Промышлен- ный симбиоз
Angelis- Dimakis A., Arampatzis G., Pieri T., Solomou K., Dedousis P., Apostolopoulos G. [149]	Великобри- тания	Предложили участников рынка регистрировать на единой платформе для поиска бизнес-партнеров между компаниями и/или регионами. Предложили оценивать новые инновационные бизнес-модели через финансовую жизнеспособность и техническую осуществимость. Считали, что регистрация участников рынка на единой платформе необходима для поиска бизнес-партнеров, а возможность создания симбиоза предлагали оценивать по схеме: 1) обзор литературных источников, 2) техническое сопоставление процессов с учетом специфики региона, 3) сопоставление потоков и временное сопоставление, 4) оценка логистики, 5) экономическая оценка на основе продажи отхода.	Промышлен- ный симбиоз

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4
Brändström J., Eriksson O. [156]	Швеция	Предложили измерение через метрики для оценки эффективности материальных потоков при различных воздействиях на бизнес-модель. Утверждали, что инициативы по внедрению замкнутого цикла могут добиться большего успеха, если лица, принимающие решения, смогут использовать метрики, например, в процессах инвестиций и закупок. Чтобы такие показатели направляли пользователей к устойчивым решениям, метрики должны быть простыми в использовании, указывать на потенциальное воздействие на окружающую среду и обеспечивать стабильные результаты. Считали, что метрики материальных потоков нужно использовать на уровне цепочки создания стоимости.	Для всех видов
Agudo F.L., Bezerra B.S., Paes L.A.B., Gobbo Júnior J.A. [144]	Испания, Бразилия	Разработали инструмент для диагностики участников рынка к промышленному симбиозу. Предложили оценивать обмениваемые ресурсы и возможность обмена. Среди обмениваемых ресурсов рассматривали воду, энергию, отходы и побочные продукты. Возможность обмена предложили оценивать через показатели: доверие, информацию, условия доступа, инфраструктуру. Предложили методику контрольного списка вопросов для оценки создания промышленного симбиоза.	Промышленный симбиоз
Yu Y.; Gao X.; Meng W.; He Y.; Zhang C. [229]	Китай	Рассматривали региональное развитие через создание промышленных симбиозов. Предложили систему оценки структуры промышленного симбиоза для оптимизации структуры промышленности.	Промышленный симбиоз
Шмелева Н.В. [134]	Россия	Предлагала собственную методику оценки ресурсной эффективности промышленных объединений по этапам: 1) оценка эффективности использования ресурсов центрального участника объединения, 2) оценка ресурсной эффективности потребителей отходов, 3) составление балансовой модели ресурсной эффективности, 4) определение ресурсно-экономического эффекта, 5) стратегирование ресурсоэффективности.	Экосистемы и другие виды сетевой интеграции
Tong T., Zainudin N.B., Yan J., Rahman A.A. [212]	Китай	Провели исследования по кластерам на основе экспертного опроса. Отметили, что: необходимо придавать значение независимым инновациям, привлекать технические таланты и совершенствовать инновации; требуется ускорять формирование кластеров для повышения эффективности высокотехнологичных малых и средних предприятий всей отрасли.	Кластеры

Источник: составлено автором

Проведенный обзор методик оценки сетевых интеграций позволяет сделать следующие выводы.

Большая часть исследований опыта промышленных интеграций представлена описанием полученных результатов по следующим направлениям оценки: экономический эффект в виде экономии на логистике, на реализации отходов, на закупке первичного сырья, на транзакционных издержках, на совместном финансировании исследований; экологический эффект в виде экономии сырья или энергии, снижении вредных выбросов и веществ, сопутствующих технологическим процессам; социальный эффект представлен в создании рабочих мест и улучшении условий труда, в увеличении налоговых отчислений в различные субъекты, инновационный и технологические эффекты представлены в виде уровня используемых технологий и уровня развития бизнес-процессов [124, 146, 159, 180, 229]. Некоторые зарубежные ученые проводят оценку показателей через динамику их сокращения или увеличения [147-149]. К примеру, для симбиозов такая динамика оценивалась по видам обмениваемых ресурсов: энергия, вода, вторичное сырье и побочные продукты [144, 189]. Некоторыми исследователями предложена оценка и само создание интеграций через оценку жизненного цикла продукции, через экодизайн на этапе планирования производства [156-157, 196, 226]. Часть исследований посвящено оценке синергетического эффекта при создании сетевых интеграций [153, 173]. Другая часть – оценке параметров функционирующих объединений, возможных сценариев развития и возможных рисков [172, 174].

Кроме того, объектом исследования выступало изучение влияния цифровых платформ на эффективность создания сетевых интеграций [158, 183, 222]. Также были разработаны методики оценки влияния сетевых интеграций на ESG показатели [155].

Описанные выше методики содержат оценку существующих сетевых интеграций и оценку промежуточных результатов их функционирования, исследования перспективных технологий по отраслям и технологическим процессам, необходимых для создания сетевых интеграций между участниками рынка. Стоит отметить, что существенным недостатком вышеописанных методик является отсутствие единого методического подхода к оценке

эффективности создания и развития различных типов сетевых интеграций. Рассмотренные методики разработаны или для конкретных типов промышленных интеграций, или позволяют оценивать ограниченный набор характеристик сетевой интеграции, обусловленных либо задачами конкретного исследования, либо спецификой объекта исследования.

Таким образом, перспективным направлением исследования является создание универсальной методики оценки развития сетевой интеграции, позволяющей проводить оценку ключевых параметров эффективности для различных типов сетевой интеграции, что является основной задачей данного исследования. Также предлагаемая методика должна учитывать особенности национальной политики в области устойчивого развития, НДТ, импортонезависимости и технологического суверенитета. Дополнительным условием при разработке методики является то, что возможность создания промышленных интеграций зависит от ряда факторов: степени готовности участников интеграции к сотрудничеству, их зрелости (финансовая стабильности), уровня доверия, наличия всех участников промышленной цепочки (если на ней строится взаимодействие) и пр. Также для развития сетевой интеграции является необходимым определение недостающих и дополнительных участников взаимодействия. Дополнительной задачей, решаемой в рамках исследования, является определение роли сетевых интеграций при обеспечении импортонезависимости в экономике РФ.

Создание и функционирование сетевой интеграции и ее долгосрочное и устойчивое развитие должны быть основаны на ресурсоэффективном функционировании всех участников за счет выстроенных внутри интеграции связей. Как было отмечено выше, в методику оценки сетевых интеграций должны быть заложены показатели по оценке ее соответствия концепции устойчивого развития, цифровизации, национальным приоритетам развития в области внедрения инноваций и современных технологий, развития предпринимательства и конкурентоспособности национальных предприятий.

Таким образом, для определения эффективности функционирования сетевой интеграций должны быть оценены следующие эффекты:

$$\mathcal{E}_и = f(\mathcal{E}_{экон.}, \mathcal{E}_{соц.}, \mathcal{E}_{экол.}, \mathcal{E}_{ин.-техн.}, \mathcal{E}_{пр.}), \quad (1)$$

где  $\mathcal{E}_и$  – эффект создания/функционирования интеграции,

$\mathcal{E}_{экон.}$  – экономический эффект,

$\mathcal{E}_{соц.}$  – социальный эффект,

$\mathcal{E}_{экол.}$  – экологический эффект,

$\mathcal{E}_{ин.-техн.}$  – инновационно-технологический эффект,

$\mathcal{E}_{пр.}$  – предпринимательский эффект;

$\mathcal{E}_{экон.}, \mathcal{E}_{соц.}, \mathcal{E}_{экол.}, \mathcal{E}_{ин.-техн.}, \mathcal{E}_{пр.} > 0$ .

Экономический эффект отражает экономический результат от объединения участников в интеграцию. Экономический эффект должен учитывать все выгоды и затраты, формируемые в рамках оцениваемой интеграции. Для оценки данного эффекта учитывается прибыль от реализации продукции, работ, услуг, создаваемых в рамках интеграционного взаимодействия. Для оценки финансовой устойчивости интеграции должна учитываться динамика объемов производимой продукции в рамках сетевого взаимодействия (в случае эффективного взаимодействия данный показатель не должен снижаться). Также для оценки экономического эффекта рассматривается динамика расходов на производство продукции (сырье, материалы, полуфабрикаты, комплектующие и пр.). Динамика расходов не должна увеличиваться большими темпами, нежели объемы производимой продукции. В альтернативных случаях может оцениваться общий объем экономии, который формируется за счет создания интеграции. На экономическую стабильность сетевой интеграции влияют и должны быть оценены финансовые результаты (зависимость от заемного капитала, покрытие инвестиций и пр.) и финансовое положение (ликвидность, платежеспособность, рентабельность, финансовая устойчивость и пр.) участников интеграции. При оценке возможности формирования сетевой интеграции для данного эффекта учитываются финансовое положение и результаты деятельности участников

интеграции по фактическим показателям, а по будущей прибыли, экономии и добавленной стоимости осуществляется прогноз.

Социальный эффект оценивается через показатели, отражающие результат воздействия интеграции на население, регион, работников предприятия. Такой эффект предлагается оценивать через динамику созданных рабочих и высокопроизводительных рабочих мест. Причем для сетевых объединений увеличение обоих видов рабочих мест является положительным, так как создание новых рабочих мест позволяет снизить безработицу, а высокопроизводительных – стимулирует развитие и использование новых современных ресурсоэффективных технологий. Оба показателя при положительной динамике отражают развитие интеграции. В том числе для данного эффекта предлагается оценивать социальную ответственность участников промышленной интеграции через оценку условий труда на предприятиях сетевой интеграции. Вклад в социальное развитие на мезоуровне можно отследить через положительную динамику объема налоговых и таможенных платежей участников промышленной интеграции в бюджеты всех уровней (отчисления в региональные бюджеты отражает вклад интеграции в развитие региона), через вклад в развитие инфраструктуры региона (проекты по созданию социальной инфраструктуры и пр.).

Экологический эффект должен отражать предотвращение негативного воздействия на окружающую среду. Оценивается показателями ресурсной эффективности (потребление отдельных видов ресурсов), вкладом интеграции в снижение нагрузки на экологию (предотвращение выбросов и сбросов, вовлечение вторичных ресурсов в повторный оборот). При оценке данного эффекта рекомендуется также учитывать уровень экологической грамотности у сотрудников (компетенции в области экологической безопасности устойчивого развития и «зеленой» экономики). Может включать показатели по оценке активности участников интеграции в реализации экологических проектов.

Инновационно-технологический эффект характеризует способность участников интеграции осуществлять модернизацию основных фондов,

использовать современное оборудование и технологии. Также характеризуется активным инвестированием в инновационно-технологическое развитие. Данный эффект может быть оценен через использование наилучших доступных технологий (выполнение показателей национальных отраслевых справочников по НДТ), инвестиции в исследования и разработки, через производство товаров с целью обеспечения импортнезависимости и повышения интеллектуального потенциала кадров.

Предпринимательский эффект характеризует функционирование сетевой интеграции со стороны максимального вовлечения участников интеграции, наличия развитых и стабильных каналов сбыта продукции, хорошей деловой репутации и предпринимательской активности участников. Для стабильного взаимодействия также оценивается импортозависимость интеграции. Если расходы на используемую импортную продукцию высокие и растут, то интеграция является зависимой и имеет высокие риски функционирования.

Стоит отметить, что первые 4 эффекта непосредственно отражают концепцию устойчивого развития, а предпринимательский эффект дополнительно включен для оценки возможности внедрять инновации и реализовывать создаваемую продукцию в сетевой интеграции.

Для получения синергетического эффекта от создания сетевой интеграции необходимо, чтобы по каждому эффекту достигалось положительное значение. Все перечисленные эффекты сформированы таким образом, что отражают основные цели устойчивого развития национальной экономики и стратегические задачи самих участников интеграции. Причем вклад каждого из эффектов в общую эффективность сетевой интеграции может отличаться для различных моделей объединения (в зависимости от целей функционирования и модели взаимодействия). Как показано выше, каждый эффект является составным – результирующим нескольких экономических процессов (компонентов). Для комплексной оценки эффекта необходим набор как качественных, так и количественных показателей, характеризующих его компоненты. Показатели в

рамках выделенных эффектов должны отражать как достоинства, так и недостатки оцениваемой формы сетевой интеграции.

Вторым направлением оценки сетевых интеграций является характеристика взаимодействия бизнес-партнеров промышленной интеграции (взаимодействие участников сетевой интеграции). В данную оценку входят показатели, отражающие активность участников интеграции во внутриинтеграционном взаимодействии, а также добросовестность и положительную репутацию участников интеграции. Отдельным показателем предлагается оценить качественный состав участников, а именно всех ли видов участники присутствуют в объединении. При совместном вовлечении промышленных предприятий, образовательных организаций, малого и среднего бизнеса, организаций по инфраструктурному обеспечению эффективность сетевой интеграции может увеличиваться. Предлагается дополнительно учитывать опыт участников интеграции и их вклад в региональное развитие.

Для оценки сетевой интеграций необходимо использовать метод, позволяющий учесть несколько направлений оценки (множество влияющих на решение критериев), а также неравнозначность входящих в оценку показателей. Причем показатели могут быть как количественными, так и качественными. По некоторым участникам оцениваемой интеграции могут отсутствовать данные для количественной оценки или не вся информация может быть в открытом доступе. Для проведения оценки в данных условиях предлагается использовать комбинацию из нескольких методов.

Метод экспертных оценок применяется в случаях проведения анализа сложных процессов, систем и ситуаций; при прогнозировании, когда невозможно оценить объект количественно, а только качественно по неформализуемым характеристикам. Такой метод неоднократно применялся в исследованиях [29, 160]. Так как для сетевых интеграций не всегда возможно определить количественные показатели и перевести их в баллы, а часть показателей может определяться только качественно, то предлагается проводить оценку при помощи экспертов.

Использование метода шкалирования [101, 116] позволит привести к единой системе измерения определенные в рамках анализа показатели. Данный метод активно применяется в психологии, в экономических исследованиях (для оценки социально-экономических явлений), в маркетинговых исследованиях и в прогнозировании. Для задач данного исследования предлагается применять порядковые шкалы (для оценки динамических данных) и интервальные шкалы (для оценки повторяющихся явлений и процессов). Необходимым условием для применения метода является подготовка шкал с учетом оцениваемых объектов.

Метод анализа иерархий (МАИ), предложенный Томасом Л. Саати, позволяет структурировать сложную задачу в виде иерархии, выполнить количественную оценку рассматриваемых альтернатив и сравнить результаты оценки. Данный метод был положен в основу расчетов ряда отечественных и зарубежных исследований [203, 225], также применяется в задачах управленческого звена в таких сферах, как образование, предпринимательская деятельность, промышленность, международное сотрудничество и пр. Для решения задачи данного исследования МАИ позволит провести оценку сетевых интеграций по двум направлениям оценки: для оценки эффективности сетевого взаимодействия и для оценки уровня взаимодействия участников в интеграции. Достоинствами данного метода являются возможность проведения групповой оценки; возможность объединения количественных показателей и результатов экспертной оценки по качественным показателям (позволяет учесть разнородные показатели); метод учитывает неравнозначность показателей через их попарное сравнение, что позволяет получить весовой коэффициент по каждому показателю (нормализованный вектор приоритетов для оцениваемого объекта). Так как данный метод является критериальным, то он позволяет получить не количественно больший вариант, а тот, который наиболее согласуется с условиями задачи. Ограничения МАИ, помимо классических, включают необходимость формирования показателей по направлениям оценки в количестве более 3, ограничение по оценкам данных и количеству используемых показателей оценки (рекомендуется не более 7 показателей в блоке).

Сочетание МАИ и экспертной оценки на основе шкал позволит получить интегрированный показатель эффективности сетевой интеграции с учетом неравнозначности вклада (веса) каждого критерия (показателя).

Использование шкалы желательности Харрингтона [58] позволит перевести интегрированные результаты оценки в лингвистические оценки желательности.

Для определения финансового положения и финансовых результатов деятельности участников применена методика, разработанная В. Ю. Авдеевым и реализованная в цифровом сервисе [3-4].

Формирование показателей по оценке сетевых интеграций основано на концепции сбалансированных показателей Каплана и Нортонa [198], которая утверждает, что для оценки взаимодействий нескольких участников (стейкхолдеров) должны учитываться не только финансовые показатели, но и правильно подобранные индикаторы (нефинансовые показатели).

Схематично вся методика оценки представлена на рисунке 7.

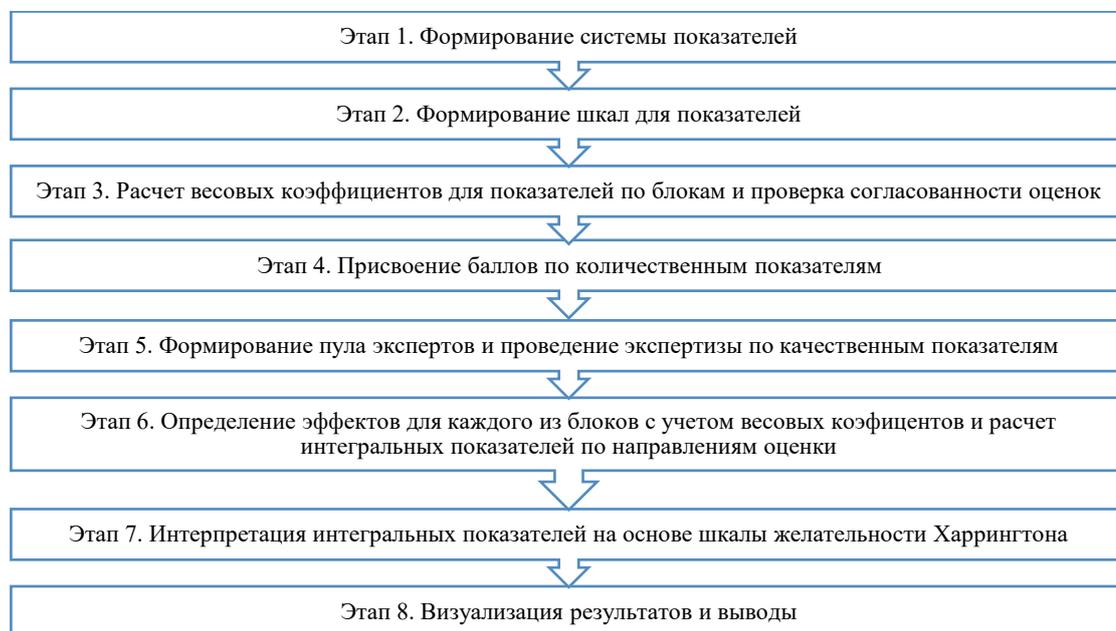


Рисунок 7 – Этапы методики оценки сетевых интеграций

Источник: составлено автором

Этап 1. В зависимости от выбранной формы сетевой интеграции для каждого направления оценок формируется система показателей для определения

экономического, социального, экологического, инновационно-технологического, предпринимательского эффекта и уровня взаимодействия участников сетевой интеграции (рисунок 8). К1.1 – первый показатель оценки экономического эффекта,  $n_1$  – количество показателей в блоке 1.



Рисунок 8 – Система сбалансированных показателей для оценки сетевой интеграции

Источник: составлено автором

Показатели могут быть использованы как для количественной, так и для качественной оценки. Необходимо в каждый блок оценок включать основные показатели, характеризующие как положительные характеристики, так и отрицательное влияние сетевой интеграции по советующему направлению оценки и эффекту. Также сразу следует установить, какие показатели можно рассчитать самостоятельно на основе количественных данных, а какие будут определены с привлечением экспертов. Для количественных показателей (при оценке динамики) необходимым является наличие данных за 3 и более лет, на основе которых могут быть присвоены баллы. В данном исследовании для оценки функционирующих объединений использован промежуток в 3 года, так как динамика показателей за этот период позволяет выявить ключевые рыночные колебания и текущий уровень взаимодействия участников интеграции. Структура дерева решений, состоящая из цели, направлений, блоков, показателей

и объектов оценки представлена на рисунке 9, где  $m$  – количество оцениваемых сетевых интеграций.

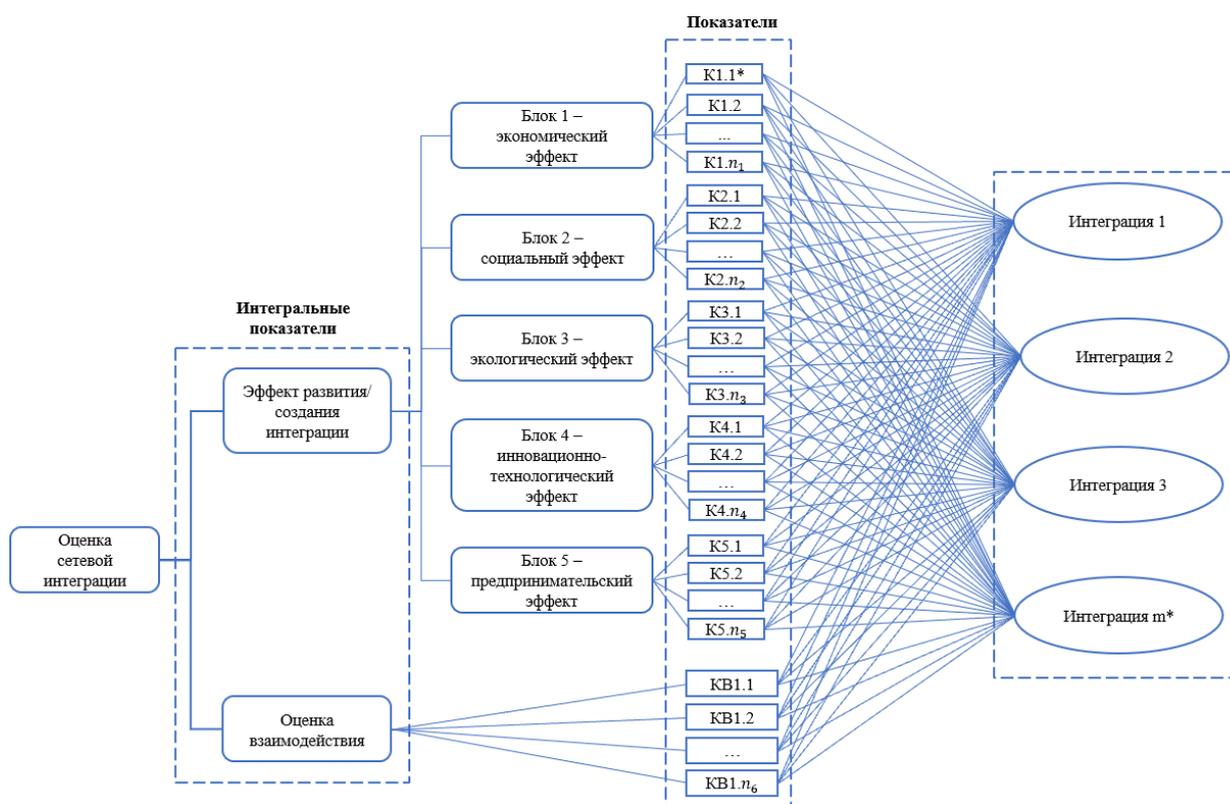


Рисунок 9 – Дерево решений для оценки сетевых интеграций

Источник: составлено автором

В рамках МАИ целью является оценка сетевой интеграции. Критериями выступают показатели, отражающие результативность сетевой интеграции, причем как количественные, так и качественные. Критерии (показатели) объединены в 5 основных блоков, отражающих основные эффекты от интеграций (формула 1), и отдельно оценивается эффективность взаимодействия участников. Альтернативами являются рассматриваемые сетевые интеграции.

Этап 2. Формирование шкал для отобранных показателей. Рекомендуемым условием является использование шкал единой размерности (от 0 до 5) для всех показателей оценки. Для большего значения шкалы используется наилучшее значение показателя. В данном исследовании шкалы формируются на основе нормативных пороговых значений показателей.

Этап 3. Осуществляется расчет весовых коэффициентов для каждого из показателей и проверка согласованности оценок.

Определение весовых коэффициентов для показателей осуществляется на основе метода попарных сравнений. Оценки проводятся для показателей каждого блока. Для сравнения применяется девятибалльная шкала. Присвоение оценок: значение 1 в случае равнозначного проявления; 3 – если наблюдается незначительное превосходство  $i$ -го элемента над  $j$ -ым; 5 – при значительном превосходстве; 7 – при сильном превосходстве; 9 – при максимальном превосходстве. В редких случаях используются промежуточные оценки 2, 4, 6, 8. В таблице 5 приведен пример матрицы попарных сравнений размером  $n \times n$ , где  $X_{ij}$  – оценка превосходства  $i$ -го показателя над  $j$ -ым показателем.

Таблица 5 – Пример матрицы попарных сравнений для МАИ

Показатели	K1.1	K1.2	K1.3	K1.4
K1.1	1	$X_{12}$	$X_{13}$	$X_{14}$
K1.2	$1/X_{12}$	1	$X_{23}$	$X_{24}$
K1.3	$1/X_{13}$	$1/X_{23}$	1	$X_{34}$
K1.4	$1/X_{14}$	$1/X_{24}$	$1/X_{34}$	1

В данном примере K1.1 равнозначен K1.2, а K1.1 незначительно превосходит K1.3. Затем рассчитывается нормализованный вектор приоритетов (НВП). Он представляет набор весовых коэффициентов для показателей и чем больше значение, тем большее влияние имеет показатель. При этом сумма весовых коэффициентов для одного направления оценки равняется 1. Так как для сетевых интеграций наблюдается неравнозначность используемых критериев оценки, то применение метода МАИ позволяет это учесть через использование НВП.

Расчет НВП.

1. Определяется произведение элементов каждой строки ( $A_i$ ):

$$A_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n X_{ij}}. \quad (2)$$

2. Определяется сумма средних геометрических ( $S$ ):

$$S = \sum_{i=1}^n A_i. \quad (3)$$

3. Определяется НВП для каждого показателя (НВП<sub>i</sub>):

$$\text{НВП}_i = \frac{A_i}{S}. \quad (4)$$

Проверка согласованности матрицы осуществляется на основе расчета трех показателей.

1. Собственное значение матрицы:

$$\lambda_{max} = \sum_{i=1}^n (\text{НВП}_i * \sum_{j=1}^n A_{ji}). \quad (5)$$

2. Индекс согласования ( $I_{\text{согл.}}$ ):

$$I_{\text{согл.}} = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}. \quad (6)$$

3. Отношение согласованности ( $O_{\text{согл.}}$ ):

$$O_{\text{согл.}} = \frac{I_{\text{согл.}}}{\text{ПСС}} * 100\%, \quad (7)$$

где ПСС – показатель случайной согласованности, который зависит от размера матрицы. Является константой для матрицы различных размеров (таблица 6).

Таблица 6 – Данные ПСС для матриц различных размеров

Размер матрицы	Значение ПСС	Размер матрицы	Значение ПСС
3	0,58	6	1,24
4	0,90	7	1,32
5	1,12	8	1,41

В случае, если  $O_{\text{согл.}} < 10\text{--}15\%$ , то оценки считаются согласованными. Таким образом проводятся расчеты для каждого блока и определяется согласованность оценок. Если оценки не согласованы, осуществляется пересмотр самих показателей или оценок.

Так как при оценке уровня развития сетевой интеграции весовые коэффициенты каждого блока нужно свести ко всему направлению оценки, необходимо произвести дополнительный расчет для оценки эффективности

сетевой интеграции: каждое НВП показателей в блоке разделить на их общую сумму. Отдельно НВП для блоков не рассчитывается, так как каждый из них имеет одинаковую важность для всей интеграции. Причем, как сказано выше, для получения синергетического эффекта необходимо наличие всех эффектов.

Этап 4. Осуществляется присвоение баллов по шкалам для количественных показателей. Привлечение экспертов нецелесообразно в случае, если данные позволяют провести численный расчет показателя и присвоить ему баллы на основе разработанной шкалы.

Этап 5. Формирование пула экспертов и проведение экспертизы. Все эксперты должны обладать опытом работы более 5 лет в соответствующих областях. Экспертов рекомендуется подбирать по следующим критериям: понимают особенности сетевого взаимодействия, устойчивого развития, экономики замкнутого цикла; являются представителем промышленности из рассматриваемых отраслей; обладают экспертизой в области оценки проектов развития; обладают экспертизой в области НДТ. Желательно также отнесение экспертов к разработчикам НПА в области устойчивого развития, НДТ, экологического регулирования. Объем выборки опрашиваемых экспертов должен формироваться с учетом необходимости обеспечения ее достоверности. Следующим шагом является разработка анкеты-опросника. Эксперты оценивают только те показатели, которые возможно оценить качественно по разработанным шкалам. В анкете-опроснике эксперту предоставляется описание сетевой интеграции и входящих в нее участников; цепочки или связей, на основе которых строится взаимодействие (к примеру, для промышленных симбиозов это схема по обмену вторичным сырьем); показателей оценки и шкал. Экспертам предлагается, с учетом их опыта, оценить вклад показателей в интегральную оценку. Проводится обработка результатов анкетирования – усреднение результатов ответов экспертов по каждому показателю.

Этапы 6-7. Проводится оценка эффектов для каждого из блоков путем перемножения весовых коэффициентов на соответствующие средние значения экспертной оценки. В рамках блоков (Б1, Б2, Б3, Б4, Б5) осуществляется их

суммирование по каждому объекту оценки. Затем рассчитывается интегральный показатель по формуле геометрической прогрессии для оценки эффекта создания сетевой интеграции ( $\mathcal{E}_И$ ) и уровня взаимодействия участников сетевой интеграции ( $У_{ВУСИ}$ ). Определяется значимость эффектов на основе шкалы желательности Харрингтона.

Этап 8. Осуществляется визуализация результатов расчетов эффекта сетевой интеграции и уровня взаимодействия участников интеграции по всем анализируемым сетевым интеграциям (на графике по двум осям откладываются полученные интегральные значения:  $\mathcal{E}_И$  и  $У_{ВУСИ}$ ). На основании анализа полученных результатов делается вывод об уровне развития сетевой интеграции и эффективности взаимодействия ее участников.

Ограничением методики является то, что она позволяет производить сравнение характеристик сетевых интеграций одного типа (или кластеров, или промышленных симбиозов и др.). Также следует обратить внимание, что методика требовательна к количеству показателей, входящих в блоки оценки (с увеличением их количества – увеличивается сложность обработки данных).

В рамках данного исследования выдвигается **гипотеза**: показатели эффективности функционирования сетевой интеграции в целом находятся в зависимости от того, насколько эффективно выстроено взаимодействие между участниками (предполагается, что чем выше уровень внутри интеграционного взаимодействия, тем выше эффективность функционирования сетевой интеграции). Состоятельность гипотезы будет подтверждена в случае положительной корреляции между интегральными показателями  $\mathcal{E}_И$  и  $У_{ВУСИ}$ .

### **2.3 Оценка эффективности функционирования сетевых интеграций на примере промышленных кластеров**

Кластеры, как одна из моделей сетевого взаимодействия, создавались для повышения конкурентоспособности компаний-участников, для повышения эффективности использования ресурсов, развития национального потенциала в

области технологий, разработок и исследований. Еще в 2008 г. в «Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 года» [51] были определены базовые принципы кластерной политики, которые позволили взаимодействующим компаниям получить статус объединения (кластера) и рассчитывать на финансовую поддержку. Количество кластеров в России продолжает расти. В таблице 7 представлена их динамика за последние 3 года.

Таблица 7 – Статистика по кластерам в России

Характеристика	Год		
	2021	2022	2023
Количество кластеров	67	80	124
Количество участников в кластерах	1065	1087	1684

Источник: [24]

В соответствии с данными, представленными в таблице 7, формирование кластеров в России продолжается. Их количество увеличивается на 30–35% ежегодно и к 2023 г. уже сформировано 124 кластера. В связи с тем, что Министерством экономического развития РФ осуществляется поддержка в виде финансирования центров кластерного развития на реализацию проектов малого и среднего предпринимательства, а Министерством промышленности и торговли РФ финансируются затраты предприятия инициатора по созданию кластерной инициативы (реализация совместных технологических проектов среди участников кластера), можно ожидать дальнейшее увеличение их количества.

Проанализированы открытые источники данных, включая статистические сборники, публикуемые профильными министерствами, опубликованные отчетные документы кластеров, данные научных статей и др. По результатам анализа, в качестве приоритетного источника определена государственная информационная система промышленности (ГИСП) [24], а также в качестве объектов отобраны следующие кластеры: Кластер по производству трубопроводной арматуры, Челябинская область (далее – кластер 1), Промышленный кластер Нижегородской области (далее – кластер 2), Южно-

Уральский промышленный кластер по производству деталей и узлов дорожных, строительных и сельскохозяйственных машин (далее – кластер 3). Выбор обоснован тем, что исследование проводится в рамках промышленных предприятий, поэтому отобранные кластеры относятся к данной отрасли экономики. Кроме того, по данным справочника Минпромторга [24], с использованием предлагаемой методики могут быть проанализированы кластеры другого типа (кластеры в области фармацевтики, энергетики и др.).

Апробация методики проводится на данных кластеров, представленных выше. Кластеры относятся к промышленному типу, при этом отличаются размером, целям и формирования, количеством участников. Для анализа взяты кластеры, которые уже функционируют более 7 лет: имеют историю своего развития и статистические данные. Характеристики отобранных кластеров для дальнейшего исследования представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Характеристики отобранных кластеров

Название кластера	Кластер по производству трубопроводной арматуры (Челябинская область)	Промышленный кластер Нижегородской области	Южно-Уральский промышленный кластер по производству деталей и узлов дорожных, строительных и сельскохозяйственных машин
1	2	3	4
Обозначение в работе	Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3
Количество работников	2325	165	310
Количество участников	12	6	15
Расположение	Челябинская область	Нижегородская область	Челябинская область
Специализация	Металлургия, металлообработка и производство готовых металлических изделий	Автомобилестроение и производство автокомпонентов	Металлургия, металлообработка и производство готовых металлических изделий
Год формирования	2017	2016	2017
Уровень развития, согласно ГИСП	Начальный	Начальный	Начальный

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4
Цели кластера	Создание новых, в т. ч. высокопроизводительных рабочих мест. Развитие кадрового потенциала предприятий. Рост основных макроэкономических показателей Челябинской области. Развитие промышленного потенциала участников кластера. Увеличение доли кооперации участников кластера. Освоение производства новых видов продукции, в т. ч. в рамках отраслевых планов по импортозамещению. Повышение конкурентоспособности участников кластера на внутреннем и внешних рынках. Снижение доли используемых на предприятиях кластера покупных комплектующих изделий производителей других регионов и импортного производства.	Повышение уровня кооперации между участниками кластера. Создание конкурентоспособной продукции в рамках импортозамещения.	Рост основных макроэкономических показателей Челябинской области. Развитие промышленного потенциала участников кластера. Увеличение доли кооперации участников кластера. Освоение производства новых видов продукции, в т.ч. в рамках отраслевых планов по импортозамещению. Повышение конкурентоспособности участников кластера. Снижение доли используемых на предприятиях кластера покупных комплектующих изделий производителей других регионов и импортного производства. Создание новых, в т. ч. высокопроизводительных рабочих мест. Развитие кадрового потенциала предприятий – участников кластера. Рост основных макроэкономических показателей Челябинской области. Развитие промышленного потенциала участников кластера. Увеличение доли кооперации.

Источник: [24]

Отобранные кластеры принадлежат к отраслям металлургии и автомобилестроения. Общими целями кластеров являются развитие партнерского взаимодействия (увеличение доли кооперации); совместное повышение конкурентоспособности участников объединения, региона присутствия и отрасли/-ей. В целях выше рассмотренных кластеров отмечена необходимость повышения уровня кооперации и промышленного потенциала участников, что делает актуальной оценку эффективности существующего взаимодействия и дальнейших направлений развития партнерских отношений между участниками.

**Кластер по производству трубопроводной арматуры** (Челябинская область) создан в 2017 году. В его состав входят три вида участников: завод по подготовительному производству (ООО «Челябинский фланцевый завод»); несколько средних и малых предприятий по производству трубопроводной арматуры и комплектующих (ЗАО Завод «ТрубСпецКонструкция», ООО «ПРОФИ», ООО «Артпластком» и пр.); производства по конечной сборке (ООО «ЧелябинскСпецГражданСтрой», ООО «ЛД ПРАЙД» и пр.). Кластер включает в состав участника по переработке и утилизации отходов (ООО «Металлснаб»). Инфраструктуру кластера обеспечивают компании ООО «ГРАНД», ООО «Уралпромтехнология» (арендными помещениями с тепловой энергией и электроэнергией), ООО «Центр компьютерного инжиниринга» (инжиниринговыми услугами и промышленным прототипированием). Данный кластер также взаимодействует с ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» в области подготовки кадров. На текущем этапе отмечается активное взаимодействие университета с двумя участниками кластера.

**Промышленный кластер Нижегородской области** сформирован в 2016 г. и специализируется на производстве автомобилей, автозапчастей и автокомпонентов. В данной области автомобильная промышленность является одной из ключевых отраслей и позволяет за счет взаимодействия со смежными отраслями получать экономический и социальный эффект на уровне региональной промышленности. В состав кластера входят промышленные предприятия по изготовлению конечной продукции отрасли и автомобильных запчастей (ООО «Аз «ГАЗ», ООО «ПРОМ АВТО», ООО «ПАЗ»); предприятия по организации полного цикла от разработки до внедрения высокотехнологичной продукции (ООО «ОИЦ», ООО «ОСС-КАНТ», ООО «АВТОТЕХНИКА» и пр.). Участники кластера взаимодействуют при реализации совместных научно-технических и социально-экономических проектов. Касаясь научно-исследовательского и научно-образовательного взаимодействия в кластере могут быть отмечены проекты с «Нижегородским государственным техническим

университетом им. Р. Е. Алексеева» и с АНО «Центр Бизнес Практики «Лидер». Технологическая и промышленная инфраструктура кластера обеспечивается за счет взаимодействия со следующими участниками: Государственное учреждение «Нижегородский инновационный бизнес-инкубатор», АО «Индустриальный парк «ОКА-ПОЛИМЕР», Индустриальный парк ОАО «ЗМЗ». Также стоит отметить, что с 2022 г. в кластере наблюдается сокращение числа участников в связи с уходом иностранных компаний и изменением рынка автомобильной промышленности.

**Южно-Уральский промышленный кластер по производству деталей и узлов дорожных, строительных и сельскохозяйственных машин** сформирован в 2017 году. Кластер включает несколько групп участников: производителей конечной продукции в виде автомобилей, деталей, запасных частей, узлов (ООО «ТРАКТОР», ООО «Каток», ООО ЛМЗ «Беркут», ООО «Машзавод ПРОМВИС» и пр.); участников кластера по предоставлению услуг (сборка, обработка деталей, обслуживание); производителей полуфабрикатов, нестандартного оборудования, заготовок (ООО ПК «Ходовые системы», ООО «Станкоресурс» и пр.). Кластер осуществляет взаимодействие с «Южно-Уральским государственным техническим колледжем» для обучения студентов и последующего обеспечения кадрами, а также с организациями по предоставлению технологической и промышленной инфраструктуры (ООО «СОЮЗ», ООО «СТАНКОПАРК», ООО «Центр компьютерного инжиниринга»).

Основные результирующие показатели кластеров с 2017 г. по 2022 г. представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Основные показатели кластеров

Показатель	Год					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	2	3	4	5	6	7
<b>Кластер по производству трубопроводной арматуры</b>						
Общий объем отгруженных участниками промышленного кластера товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами, млн. руб.	6294	6356	6421	7933	10000	10906
Добавленная стоимость, создаваемая участниками промышленного кластера, млн. руб.	998	1986	2929	2206	2338	2455
Расходы на приобретение сырья, материалов, покупных полуфабрикатов и комплектующих изделий для производства и продажи продукции (товаров, работ, услуг), млн. руб.	4485	4000	3792	4694	7179	7477
Общее количество рабочих мест на предприятиях-участниках промышленного кластера на конец года, ед.	1465	1460	1526	1963	2359	2523
Объем налоговых и таможенных платежей участников промышленного кластера в бюджеты всех уровней, млн. руб.	769	800	893	1154	1338	1532
Количество высокопроизводительных рабочих мест на предприятиях участников промышленного кластера на конец года, ед.	889	773	770	1082	1146	1155
Объем отгруженных участниками промышленного кластера товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами, используемых другими предприятиями-участниками промышленного кластера, млн. руб.	660	801	913	758	999	874
Общий объем инвестиций в основной капитал участников промышленного кластера, млн. руб.	124	130	185	286	312	432
Объем затрат участников и инфраструктуры кластера на научные исследования и разработки, млн. руб.	0	0	1	2	2	1
Количество произведенных продуктов/технологий из отраслевых планов по импортозамещению Министерства промышленности и торговли Российской Федерации и иных федеральных органов исполнительной власти, ед.	1	1	2	2	2	2
Расходы на импортные сырье, материалы, покупные изделия, млн. руб.	34	41	68	38	92	30
Количество малых и средних предприятий-участников промышленного кластера, ед.	6	8	9	9	10	9
<b>Промышленный кластер Нижегородской области</b>						
Общий объем отгруженных участниками промышленного кластера товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами, млн. руб.	22771	12827	13037	80814	63613	60431
Добавленная стоимость, создаваемая участниками промышленного кластера, млн. руб.	31468	31223	34726	11169	11727	11141

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5	6	7
Расходы на приобретение сырья, материалов, покупных полуфабрикатов и комплектующих изделий для производства и продажи продукции (товаров, работ, услуг), млн. руб.	83901	98557	97178	59899	62894	58685
Общее количество рабочих мест на предприятиях-участниках промышленного кластера на конец года, ед.	20130	12979	12605	9217	11125	10569
Объем налоговых и таможенных платежей участников промышленного кластера в бюджеты всех уровней, млн. руб.	6533	5187	5452	4016	6002	5642
Количество высокопроизводительных рабочих мест на предприятиях-участниках промышленного кластера на конец года, ед.	10192	5318	4966	4609	4839	4597
Объем отгруженных участниками промышленного кластера товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами, используемых другими предприятиями-участниками промышленного кластера, млн. руб.	12826	9945	10204	16163	16971	16122
Общий объем инвестиций в основной капитал участников промышленного кластера, млн. руб.	3637	3565	5586	5973	6272	6022
Объем затрат участников и инфраструктуры кластера на научные исследования и разработки, млн. руб.	669	2608	4021	1942	2039	1987
Количество произведенных продуктов/технологий из отраслевых планов по импортозамещению Министерства промышленности и торговли Российской Федерации и иных федеральных органов исполнительной власти, ед.	3	3	3	3	4	4
Расходы на импортные сырье, материалы, покупные изделия, млн. руб.	17046	3596	3799	2274	2387	0
Количество малых и средних предприятий-участников промышленного кластера, ед.	9	9	9	9	7	7
<b>Южно-Уральский промышленный кластер по производству деталей и узлов дорожных, строительных и сельскохозяйственных машин</b>						
Общий объем отгруженных участниками промышленного кластера товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами, млн. руб.	1365	1589	1565	1316	1361	1388
Добавленная стоимость, создаваемая участниками промышленного кластера, млн. руб.	239	250	140	99	102	102
Расходы на приобретение сырья, материалов, покупных полуфабрикатов и комплектующих изделий для производства и продажи продукции (товаров, работ, услуг), млн. руб.	658	547	494	442	457	476
Общее количество рабочих мест на предприятиях-участниках промышленного кластера на конец года, ед.	329	342	214	297	298	301
Объем налоговых и таможенных платежей участников промышленного кластера в бюджеты всех уровней, млн. руб.	103	121	113	191	197	204

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5	6	7
Количество высокопроизводительных рабочих мест на предприятиях участников промышленного кластера на конец года, ед.	183	212	119	151	151	151
Объем отгруженных участниками промышленного кластера товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами, используемых другими предприятиями-участниками промышленного кластера, млн. руб.	552	604	581	494	510	512
Общий объем инвестиций в основной капитал участников промышленного кластера, млн. руб.	59	58	61	70	32	34
Объем затрат участников и инфраструктуры кластера на научные исследования и разработки, млн. руб.	61	50	93	63	26	46
Количество произведенных продуктов/технологий из отраслевых планов по импортозамещению Министерства промышленности и торговли Российской Федерации и иных федеральных органов исполнительной власти, ед.	0	1	1	1	2	2
Расходы на импортные сырье, материалы, покупные изделия, млн. руб.	0	0	0	0	32	31
Количество малых и средних предприятий-участников промышленного кластера, ед.	6	8	10	14	11	11

Источник: [24]

В соответствии с данными, представленными в таблице 9, могут быть сделаны следующие выводы:

- объем отгруженной продукции и добавленная стоимость от создания кластера увеличиваются с момента формирования объединения;
- объем инвестиций в основной капитал у всех участников растет за весь период;

– отмечается неоднозначная динамика по количеству участников в Нижегородском автомобильном кластере (в 2021 г. выбыли два участника). В условиях внутренних изменений, санкционного давления и возрастающей конкуренции со стороны иностранных поставщиков автомобилей на отечественном рынке в 2021–2022 гг. отмечается резкое сокращение рынка на 58%. В 2022 г. несколько иностранных компаний и поставщиков комплектующих ушли с рынка, что также повлияло на показатели отрасли. Однако для компаний, входящих в Нижегородский кластер, несмотря на снижение участников в

объединении наблюдается высокие показатели отгруженных товаров за 2020–2022 гг.;

– в 2020 г. сократилось количество участников в Южно-Уральском промышленном кластере по производству деталей и узлов дорожных, строительных и сельскохозяйственных машин, однако это не повлияло на количество работников кластера и количество высокопроизводительных рабочих мест. Эти показатели с 2020 г. стабильно увеличиваются.

Несмотря на перестроение рынка и появляющиеся вызовы развития, рассмотренные кластеры демонстрируют положительную динамику по объемам производимой продукции, инвестициям в основной капитал, налоговым отчислениям в бюджеты различных уровней.

Кластеры характеризуются длительным периодом существования на отечественном рынке (более 7 лет) и являются одними из крупнейших представителей кластерного вида сетевых интеграций в РФ. Данные структуры являются развивающимися, как организационно (за счет привлечения новых участников), так и экономически (за счет увеличения объемов производимой продукции). По кластерам и входящим в них участникам накоплены статистические данные, позволяющие отследить динамику развития.

На основе проведенного анализа можно отметить, что методика может быть апробирована на основе отобранных кластеров. Предлагается оценку проводить на основе данных за 3 года (2020–2022 гг.), так как именно этот период характеризует работу кластеров в условиях действия санкционных ограничений, когда экономика нормализовалась после эпидемии коронавируса (COVID-19). Также этот период характеризуется перестроением рынка с целью снижения импортозависимости.

На первом этапе производится формирование системы сбалансированных показателей (ССП). Выбор показателей основан на ключевых характеристиках действующих кластеров (определены в справочниках Минпромторга), вызовах устойчивого развития. Для оценки промышленных кластеров разработана СПП (представлена в таблице 10).

Таблица 10 – Обозначение блоков, критериев и способов оценки кластеров

Направление 1. Эффект развития сетевой интеграции	
Блоки	Показатели
Б1 Экономический эффект	K1.1 Общий объем отгруженных участниками промышленного кластера товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами
	K1.2 Добавленная стоимость, создаваемая участниками промышленного кластера
	K1.3 Расходы на приобретение сырья, материалов, покупных полуфабрикатов и комплектующих изделий для производства и продажи продукции (товаров, работ, услуг)
	K1.4 Оценка финансового положения участников (оценивается ликвидность, рентабельность, финансовая устойчивость, динамика прибыли)
	K1.5 Оценка финансовых результатов участников (оценивается зависимость от заемного капитала, покрытие инвестиций, рентабельность собственного капитала)
Б2 Социальный эффект	K2.1 Общее количество рабочих мест на предприятиях-участниках промышленного кластера
	K2.2 Объем налоговых и таможенных платежей участников промышленного кластера в бюджеты всех уровней
	K2.3 Социальная ответственность
	K2.4 Количество высокопроизводительных рабочих мест на предприятиях-участниках промышленного кластера
	K2.5 Вклад в развитие социальной инфраструктуры региона присутствия
Б3 Экологический эффект	K3.1 Степень вовлечения вторичных ресурсов в производственной цепочке
	K3.2 Использование платформ для сбыта вторичного сырья, взаимодействие внутри кластера
	K3.3 Повышение ресурсоэффективности на предприятиях кластера
	K3.4 Количество реализованных эколого-технологических проектов в кластере
	K3.5 Экологическая грамотность, образовательные программы, повышение квалификации
Б4 Инновационно-технологический эффект	K4.1 Нацеленность на реализацию концепции НДТ
	K4.2 Общий объем инвестиций в основной капитал участников промышленного кластера
	K4.3 Объем затрат участников и инфраструктуры кластера на научные исследования и разработки
	K4.4 Количество произведенных продуктов/технологий из отраслевых планов по импортозамещению Министерства промышленности и торговли российской федерации и иных федеральных органов исполнительной власти
	K4.5 Уровень квалификации и интеллектуального потенциала персонала
Б5 Предпринимательский эффект	K5.1 Расходы на импортное сырье, материалы, покупные изделия
	K5.2 Количество малых и средних предприятий-участников промышленного кластера
	K5.3 Наличие у кластера каналов сбыта продукции
	K5.4 Деловая репутация кластера
	K5.5 Уровень предпринимательской активности
Направление 2. Оценка взаимодействия бизнес-партнеров в промышленном кластере	
Блок	Показатели:
Уровень взаимодействия бизнес-партнеров в промышленном кластере	KB1.1 Степень активности предприятий кластера в их взаимодействии (связи)
	KB1.2 Участие кластера в региональном развитии
	KB1.3 Уровень положительной репутации и доверия между участниками кластера и стейкхолдерами
	KB1.4 Качественный состав участников кластера
	KB1.5 Опыт успешной реализации и масштабирования проектов кластера

На втором этапе осуществляется формирование шкал для отобранных показателей. В связи с наличием статистических данных по показателям K1.1, K1.2, K1.3, K1.4, K1.5, K2.1, K2.2, K2.4, K4.2, K4.3, K4.4, K5.1, K5.2 предлагается

оценивать их без привлечения экспертов. Для оценки по остальным показателям необходима экспертная оценка. Во всех шкалах далее пороговые значения разработаны для среднегодового изменения за последние 3 года (пороговые значения приростов показателей представлены за год). Также при оценке необходимо учитывать изменение числа участников (рассчитываются средние значения показателей на одного участника в начале и в конце оцениваемого периода, а затем оценивается изменение этих усредненных показателей). В шкалах значение в 3 балла является нормативным (желательное минимальное условие).

Показатель К1.1. Оценивается общий объем отгруженных участниками промышленного кластера товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами. Данный показатель отражает стабильность производства и реализации готовой продукции. Реализация совместных проектов в рамках внутрикластерного взаимодействия, как отмечалось выше, позволяет повышать конкурентоспособность участников и получать доступ к новым рынкам сбыта. При успешном функционировании объединившихся участников показатель должен увеличиваться. Шкала для оценки приведена в таблице 11.

Таблица 11 – Шкала оценки К1.1

Результат оценки	Балл
Прирост отгруженных участниками промышленного кластера товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами составляет более 12% ежегодно	5
Прирост отгруженных участниками промышленного кластера товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами составляет 9–12% ежегодно	4
Прирост отгруженных участниками промышленного кластера товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами составляет 6–9% ежегодно	3
Прирост отгруженных участниками промышленного кластера товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами составляет 3–6% ежегодно	2
Прирост отгруженных участниками промышленного кластера товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами составляет 0–3% ежегодно	1
Прирост отгруженных участниками промышленного кластера товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами отсутствует или отрицательный	0

Показатель К1.2. Оценивается добавленная стоимость, создаваемая участниками промышленного кластера. Данный показатель отражает объем той продукции, которая создается в рамках интеграции. При успешном функционировании кластера показатель должен увеличиваться, характеризуя успех реализации проектов в коммерческом выражении и тем самым повышение финансовой устойчивости участников. Шкала приведена в таблице 12.

Таблица 12 – Шкала оценки К1.2

Результат оценки	Балл
Прирост добавленной стоимости, создаваемой участниками промышленного кластера, составляет более 12% ежегодно	5
Прирост добавленной стоимости, создаваемой участниками промышленного кластера, составляет 9–12% ежегодно	4
Прирост добавленной стоимости, создаваемой участниками промышленного кластера, составляет 6–9% ежегодно	3
Прирост добавленной стоимости, создаваемой участниками промышленного кластера, составляет 3–6% ежегодно	2
Прирост добавленной стоимости, создаваемой участниками промышленного кластера, составляет 0–3% ежегодно	1
Динамика добавленной стоимости, создаваемой участниками промышленного кластера отрицательна	0

Показатель К1.3. Рассматриваются все расходы участников на приобретение сырья, материалов, покупных полуфабрикатов и комплектующих изделий для производства и продажи продукции (товаров, работ, услуг). Данный показатель отражает общее значение затрат от всей деятельности участников. При успешном функционировании объединившихся участников показатель не должен превышать темпов роста производимой продукции. Также расходы участников кластера не должны значительно увеличиваться при формировании интеграции, так как это противоречит целям ее создания. Шкала приведена в таблице 13.

Таблица 13 – Шкала оценки К1.3

Результат оценки	Балл
1	2
Расходы участников кластера на приобретение сырья, материалов, покупных полуфабрикатов и комплектующих изделий выросли меньшими темпами по сравнению с приростом отгруженных участниками промышленного кластера товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами	5

Приложение таблицы 13

1	2
Расходы участников кластера на приобретение сырья, материалов, покупных полуфабрикатов и комплектующих изделий увеличиваются на 0–9% ежегодно	4
Расходы участников кластера на приобретение сырья, материалов, покупных полуфабрикатов и комплектующих изделий увеличиваются на 9–18% ежегодно	3
Расходы участников кластера на приобретение сырья, материалов, покупных полуфабрикатов и комплектующих изделий увеличиваются на 18–27% ежегодно	2
Расходы участников кластера на приобретение сырья, материалов, покупных полуфабрикатов и комплектующих изделий увеличиваются на 27–35% ежегодно	1
Расходы участников кластера на приобретение сырья, материалов, покупных полуфабрикатов и комплектующих изделий увеличились более чем на 35% ежегодно	0

Показатель К1.4. Проводится оценка финансового положения участников (оценивается ликвидность, рентабельность, финансовая устойчивость, динамика прибыли). Для каждого из участников объединения на основе бухгалтерской отчетности по методике расчета рейтинговой оценки финансового положения В. Ю. Авдеева оценивается рейтинг участников (на рейтинг влияют коэффициент автономии, соотношение чистых активов и уставного капитала, коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами, коэффициент текущей ликвидности, коэффициент быстрой ликвидности, коэффициент абсолютной ликвидности). Преимущество данной методики в том, что она осуществляется на основе данных публичной отчетности; базируется на комплексном, многомерном подходе; для определения рейтинга используются нормативные показатели отрасли. Оценка по данному показателю проводится с использованием ПО AUDIT-IT.RU. По данному показателю определяется балл для каждого участника и среднее значение используется как оценка для всего кластера. Шкала приведена в таблице 14.

Показатель К1.5. Проводится оценка финансовых результатов участников (оценивается зависимость от заемного капитала, покрытие инвестиций, рентабельность собственного капитала). Для каждого из участников объединения на основе бухгалтерской отчетности по методике оценки финансовых результатов В. Ю. Авдеева оценивается рейтинг участников (на рейтинг влияют рентабельность собственного капитала, рентабельность активов, рентабельность продаж (по валовой прибыли), динамика выручки,

оборачиваемость оборотных средств, соотношение прибыли от прочих операций и выручки от основной деятельности. Оценка проводится аналогично показателю 1.4, но для оценки финансовых результатов. Шкала приведена в таблице 14.

Таблица 14 – Шкала оценки К1.4, К1,5

Результат оценки среднего значения рейтингового показателя финансового положения участников кластера	Балл
от 1,3 до 2,00	5
от 0,7 до 1,3	4
от 0 до 0,7	3
от -0,7 до 0	2
от -1,3 до -0,7	1
от -2,00 до -1,3	0

Показатель К2.1. Проводится оценка изменения общего количества рабочих мест на предприятиях-участниках промышленного кластера. Увеличение показателя положительно сказывается на социальном развитии регионов присутствия: снижается социальная напряженность, сокращается уровень бедности, улучшается функционирование городов и пр. Показатель определяется как прирост количества рабочих мест внутри кластера и отражает вклад в снижение безработицы. Шкала приведена в таблице 15.

Таблица 15 – Шкала оценки К2.1

Результат оценки	Балл
Прирост количества рабочих мест составляет более 12% ежегодно	5
Прирост количества рабочих мест увеличивается на 9–12% ежегодно	4
Прирост количества рабочих мест увеличивается на 6–9% ежегодно	3
Прирост количества рабочих мест увеличивается на 3–6% ежегодно	2
Прирост количества рабочих мест увеличивается на 0–3% ежегодно	1
Прирост количества рабочих мест отрицательный	0

Показатель К2.2. Проводится оценка общего объема налоговых и таможенных платежей участников промышленного кластера в бюджеты всех уровней. Шкала приведена в таблице 16.

Таблица 16 – Шкала оценки К2.2

Результат оценки	Балл
Прирост налоговых и таможенных платежей участников промышленного кластера в бюджеты всех уровней увеличивается более чем на 12% ежегодно	5
Прирост налоговых и таможенных платежей участников промышленного кластера в бюджеты всех уровней увеличивается на 9–12% ежегодно	4
Прирост налоговых и таможенных платежей участников промышленного кластера в бюджеты всех уровней увеличивается на 6–9% ежегодно	3
Прирост налоговых и таможенных платежей участников промышленного кластера в бюджеты всех уровней увеличивается на 3–6% ежегодно	2
Прирост налоговых и таможенных платежей участников промышленного кластера в бюджеты всех уровней увеличивается на 0–3% ежегодно	1
Прирост налоговых и таможенных платежей участников промышленного кластера в бюджеты всех уровней отрицательный	0

Показатель К2.3. Проводится оценка социальной ответственности участников кластера. Данный показатель оценивается качественно. Вклад кластера в социальное развитие может учитываться через социальные региональные и городские проекты, через корпоративную социальную ответственность и условия труда. Оценивается согласно шкале, приведенной в таблице 17.

Таблица 17 – Шкала оценки К2.3

Результат оценки	Балл
Все участники кластера активно инвестируют или участвуют в социальных проектах регионов присутствия, имеют отличные условия труда	5
Большая часть участников кластера активно инвестирует или участвует в социальных проектах регионов присутствия, имеет отличные условия труда	4
Около половины участников кластера активно инвестируют в социальные проекты регионов присутствия, имеют отличные условия труда	3
Меньшая часть участников кластера активно инвестирует в социальные проекты регионов присутствия, имеет хорошие условия труда	2
Малая часть участников кластера активно инвестирует в социальные проекты регионов присутствия, имеет хорошие условия труда	1
Участники кластера не инвестируют в социальные проекты регионов присутствия, имеют хорошие условия труда	0

Показатель К2.4. Оценивается изменение количества высокопроизводительных рабочих мест на предприятиях-участниках промышленного кластера. При увеличении высокопроизводительных рабочих мест происходит следующий вклад в социальное развитие: рост доходов

населения, улучшается функционирование городов, укрепляются связи с другими секторами экономики страны. Шкала приведена в таблице 18.

Таблица 18 – Шкала оценки К2.4

Результат оценки	Балл
Прирост количества высокопроизводительных рабочих мест на предприятиях-участниках промышленного кластера увеличивается ежегодно на 12% и более	5
Прирост количества высокопроизводительных рабочих мест на предприятиях-участниках промышленного кластера увеличивается от 9% до 12% ежегодно	4
Прирост количества высокопроизводительных рабочих мест на предприятиях-участниках промышленного кластера увеличивается от 6% до 9% ежегодно	3
Прирост количества высокопроизводительных рабочих мест на предприятиях-участниках промышленного кластера увеличивается от 3% до 6% ежегодно	2
Прирост количества высокопроизводительных рабочих мест на предприятиях-участниках промышленного кластера увеличивается от 0% до 3% ежегодно	1
Прирост количества высокопроизводительных рабочих мест на предприятиях-участниках промышленного кластера отрицательный	0

Показатель К2.5. Проводится оценка вклада участников объединения в развитие социальной инфраструктуры региона присутствия. Данный показатель оценивается качественно на основе анализа проектов по благоустройству. Учитываются проекты по дорожному благоустройству, озеленению, тепло- и электроснабжению, обращению с отходами и пр. Оценивается по всем участникам кластера согласно шкале в таблице 19.

Таблица 19 – Шкала оценки К2.5

Результат оценки	Балл
Все участники кластера активно инвестируют или участвуют в проектах по созданию и развитию инфраструктуры территорий присутствия	5
Подавляющая часть участников кластера активно инвестирует или участвует в проектах по созданию и развитию инфраструктуры территорий присутствия	4
Большая часть участников кластера активно инвестирует или участвует в проектах по созданию и развитию инфраструктуры территорий присутствия	3
Половина участников кластера инвестируют или участвуют в проектах по созданию и развитию инфраструктуры территорий присутствия	2
Меньшая часть участников кластера инвестирует или участвует в проектах по созданию и развитию инфраструктуры территорий присутствия	1
Никто из участников кластера не инвестирует или не участвует в проектах по созданию и развитию инфраструктуры территорий присутствия	0

Показатель КЗ.1. Оценивается степень вовлечения вторичных ресурсов в производственной цепочке промышленной интеграции (все ли виды вторичного сырья, которые образуются в хозяйственной деятельности участников кластера, используются для изготовления новых видов продукции). Данный показатель отражает снижение влияния промышленной интеграции на экологию за счет экономии первичных ресурсов. Применение вторичного сырья является привлекательным также с экономической точки зрения, так как оно обходится значительно дешевле по сравнению с приобретением первичного. Шкала приведена в таблице 20.

Таблица 20 – Шкала оценки КЗ.1

Результат оценки	Балл
Все участники интеграции максимально вовлекают вторичные ресурсы и активно занимаются поиском дополнительных способов, технологий применения вторичного сырья	5
Большая часть участников интеграции вовлекает вторичные ресурсы и занимается поиском дополнительных способов, технологий применения вторичного сырья	4
Меньшая часть участников интеграции вовлекает вторичные ресурсы и занимается поиском дополнительных способов, технологий применения вторичного сырья	3
Меньшая часть участников интеграции вовлекает вторичные ресурсы, но не занимается поиском дополнительных способов применения вторичного сырья	2
Некоторые участники интеграции вовлекают вторичные ресурсы, но не занимаются поиском дополнительных способов применения вторичного сырья	1
Участники интеграции не вовлекают вторичные ресурсы и не занимаются поиском дополнительных способов применения вторичного сырья	0

Показатель КЗ.2. Оценивается использование цифровых платформ для сбыта вторичного сырья и взаимодействия внутри кластера. Использование платформенных решений является эффективным инструментом достижения устойчивого развития, что отражает социальную ответственность предприятий. Платформы позволяют объединять компании, заинтересованные в устойчивом развитии, дают возможность создавать сообщества по обмену опытом, знаниями и ускоренно формировать договоры по обмену вторичным сырьем. Использование платформенных решений внутри интеграции позволяет ускорить и упростить процесс интеграции, снизить затраты, оптимизировать

использование ресурсов, обеспечивает адаптивность к внешним и внутренним вызовам. Шкала приведена в таблице 21.

Таблица 21 – Шкала оценки К3.2

Результат оценки	Балл
Все участники интеграции связаны платформой для взаимодействия внутри кластера. Основные и вторичные ресурсы максимально используются в текущих условиях. Ведется работа по поиску новых ресурсоэффективных технологий. Кластер взаимодействует с внешними участниками через платформы сбыта вторичного сырья.	5
Все участники интеграции связаны платформой для взаимодействия внутри кластера. Основные и вторичные ресурсы используются не максимально в текущих условиях. Ведется работа по поиску новых ресурсоэффективных технологий. Кластер взаимодействует с внешними участниками через платформы сбыта вторичного сырья.	4
Некоторые участники интеграции связаны платформой для взаимодействия внутри кластера. Основные и вторичные ресурсы используются не максимально в текущих условиях. Несколько участников ведут работу по поиску новых ресурсоэффективных технологий. Кластер взаимодействует с некоторыми внешними участниками через платформы сбыта вторичного сырья.	3
Некоторые участники интеграции связаны платформой для взаимодействия внутри кластера. Основные и вторичные ресурсы используются плохо в текущих условиях, хотя несколько участников ведут работу по поиску новых ресурсоэффективных технологий. Кластер не взаимодействует с внешними участниками через платформы сбыта вторичного сырья.	2
Участники интеграции не связаны платформой для взаимодействия внутри кластера. Основные и вторичные ресурсы используются малоэффективно в текущих условиях. Кластер не взаимодействует с внешними участниками через платформы сбыта вторичного сырья.	1
Участники интеграции не связаны платформой для взаимодействия внутри кластера. Основные и вторичные ресурсы используются малоэффективно в текущих условиях. Кластер не взаимодействует с внешними участниками через платформы сбыта вторичного сырья.	0

Показатель К3.3. Оценка ресурсоэффективности на предприятиях кластера важна для реализации проектов устойчивого развития. Измеряется по нормативным показателям, представленным в справочниках по НДТ. Наличие стратегии повышения ресурсоэффективности на уровне кластера позволяет реализовывать проекты устойчивого развития, основанные на технологиях в справочниках по НДТ. Шкала приведена в таблице 22.

Таблица 22 – Шкала оценки К3.3

Результат оценки	Балл
Все участники кластера используют передовые технологии и имеют на мировом уровне наилучшие показатели ресурсной эффективности. Показатели по НДТ выполняются опережающими темпами. Кластер инвестирует в исследования по поиску новых ресурсоэффективных технологий.	5
Участники кластера используют передовые технологии и имеют на национальном уровне наилучшие показатели ресурсной эффективности. Показатели по НДТ выполняются опережающими темпами. Кластер инвестирует в исследования по поиску новых ресурсоэффективных технологий.	4
Участники кластера не используют передовые технологии, но имеют на национальном уровне конкурентов с лучшими показателями по ресурсной эффективности. Выполняются нормативные показатели по НДТ. Кластер инвестирует в исследования по поиску новых ресурсоэффективных технологий.	3
Участники кластера не используют передовые технологии, но имеют на национальном уровне конкурентов с лучшими показателями по ресурсной эффективности. Кластер не выполняет нормативные показатели по НДТ, но инвестирует в модернизацию и исследования по поиску новых ресурсоэффективных технологий.	2
Участники кластера не используют передовые технологии. Кластер не выполняет нормативные показатели по НДТ, но инвестирует в модернизацию и исследования по поиску новых ресурсоэффективных технологий.	1
Участники кластера не используют передовые технологии. Кластер не выполняет нормативные показатели по НДТ, не инвестирует в модернизацию и исследования по поиску новых ресурсоэффективных технологий.	0

Показатель К3.4. Оценивается работа над снижением экологической нагрузки через реализованные и реализуемые эколого-технологические проекты в кластере. Шкала приведена в таблице 23.

Таблица 23 – Шкала оценки К3.4

Результат оценки	Балл
Все участники кластера ежегодно участвуют в эколого-технологических проектах по снижению экологической нагрузки	5
Большинство участников кластера ежегодно участвуют в эколого-технологических проектах по снижению экологической нагрузки	4
Участники кластера реализовали несколько эколого-технологических проектов по снижению экологической нагрузки	3
Меньшая часть участников кластера участвовала и участвует в эколого-технологических проектах по снижению экологической нагрузки	2
Только несколько участников кластера участвовали и участвуют в эколого-технологических проектах по снижению экологической нагрузки	1
Все участники кластера не участвовали и не участвуют в эколого-технологических проектах по снижению экологической нагрузки	0

Показатель К3.5. Оценивается работа над повышением экологической грамотности сотрудников, населения, взаимодействием с вузами в области формирования компетенций «зеленой» экономики. Формирование экологической грамотности является целесообразным для решения экологических проблем, улучшения состояния окружающей среды, повышения качества жизни. Экологическая грамотность отражает уровень экологической культуры личности, который позволяет обществу решать задачи переходного периода выбора устойчивого/неустойчивого развития как для личного поведения, так и для принятия решений в рабочей среде (отбор проектов и технологий с учетом снижения НВОС). Шкала приведена в таблице 24.

Таблица 24 – Шкала оценки К3.5

Результат оценки	Балл
Все участники кластера проводят повышение квалификации сотрудников, взаимодействуют с образовательными учреждениями в области экологического просвещения будущих кадров	5
Большая часть участников кластера проводит повышение квалификации сотрудников, взаимодействует с образовательными учреждениями в области экологического просвещения будущих кадров.	4
Половина участников кластера проводит повышение квалификации сотрудников, взаимодействует с образовательными учреждениями в области экологического просвещения будущих кадров	3
Меньшая часть участников кластера проводит повышение квалификации сотрудников, взаимодействует с образовательными учреждениями в области экологического просвещения будущих кадров	2
Несколько участников кластера проводят повышение квалификации сотрудников, взаимодействуют с образовательными учреждениями в области экологического просвещения будущих кадров	1
Работа в данном направлении не ведется	0

Показатель К4.1. Определяется нацеленность участников интеграции на реализацию концепции НДТ. Регулярные инвестиции в проекты по внедрению технологий из справочников НДТ отражают технологическое переоснащение участников интеграции с учетом ориентации на современные технологии, которые позволяют повысить ресурсную эффективность промышленных предприятий и снизить НВОС. Предлагается оценивать на основе шкалы таблицы 25.

Таблица 25 – Шкала оценки К4.1

Результат оценки	Балл
Все участники интеграции ежегодно направляют инвестиции на модернизацию технологий, позволяющих осуществить переход на лучшие практики или создать собственные передовые технологии	5
Большая часть участников интеграции направляет инвестиции на модернизацию технологий, позволяющих осуществить переход на лучшие практики или создать собственные передовые технологии	4
Около половины участников интеграции направляет инвестиции на модернизацию технологий, позволяющих осуществить переход на лучшие практики или создать собственные передовые технологии с учетом снижения негативного воздействия на экологию, а остальные нацелены на совместное участие в данных проектах.	3
Меньшая часть участников интеграции направляет инвестиции на модернизацию технологий, позволяющих осуществить переход на лучшие практики или создать собственные передовые технологии	2
Несколько участников интеграции направляют инвестиции на модернизацию технологий, позволяющих осуществить переход на лучшие практики или создать собственные передовые технологии	1
Участники интеграции не направляют инвестиции на модернизацию технологий, позволяющих осуществить переход на лучшие практики или создать собственные передовые технологии	0

Показатель К4.2. Определяется через анализ динамики инвестиций в основной капитал участников промышленного кластера. Отражает вложения денежных средств в приобретение нового оборудования или модернизацию имеющегося, что позволяет увеличить производительность, перейти к выпуску высокотехнологичной продукции, расширить ассортимент, что в свою очередь положительно влияет на финансовые показатели. При успешном функционировании участников динамика инвестиций должна быть положительной. Предлагается оценивать на основе шкалы таблицы 26.

Таблица 26 – Шкала оценки К4.2

Результат оценки	Балл
В среднем инвестиции в основной капитал увеличились более чем на 20%	5
В среднем инвестиции в основной капитал увеличились на 10–20%	4
В среднем инвестиции в основной капитал увеличились на 0–10%	3
В среднем инвестиции в основной капитал уменьшились на 0–10%	2
В среднем инвестиции в основной капитал уменьшились на 10–20%	1
В среднем инвестиции в основной капитал уменьшились более чем на 20%	0

Показатель К4.3. Определяется через анализ динамики затрат кластера и инфраструктуры на научные исследования и разработки. Данные виды затрат

отражают инновационную активность сетевой интеграции, чем больше затраты, тем больше инновационный потенциал. При успешном функционировании участников должен увеличиваться. Оценивается на основе шкалы таблицы 27.

Таблица 27 – Шкала оценки К4.3

Результат оценки	Балл
Затраты участников кластера и инфраструктуры кластера на научные исследования и разработки увеличились более чем на 20%	5
Затраты участников кластера и инфраструктуры кластера на научные исследования и разработки увеличились более чем на 10–20%	4
Затраты участников кластера и инфраструктуры кластера на научные исследования и разработки увеличились более чем на 0–10%	3
Затраты участников кластера и инфраструктуры кластера на научные исследования и разработки увеличились более чем на 0–10%	2
Затраты участников кластера и инфраструктуры кластера на научные исследования и разработки увеличились более чем на 10–20%	1
Затраты участников кластера и инфраструктуры кластера на научные исследования и разработки увеличились более чем на 20%	0

Показатель К4.4. Оценивается объем произведенных продуктов/технологий, оказанных услуг в рамках отраслевых планов по импортозамещению. Для стабильного функционирования кластера динамика показателя должна быть положительной. Производство должно стремиться к максимально возможному (в идеале полному) замещению импортного сырья, комплектующих, технологий. Если участники кластера не имеют продуктов/технологии, которые связаны с необходимостью импортозамещения, выставляется высший балл. Оценивается на основе шкалы таблицы 28.

Таблица 28 – Шкала оценки К4.4

Результат оценки	Балл
Количество произведенных продуктов/технологий из отраслевых планов по импортозамещению положительное и увеличилось более чем на 20%.	5
Количество произведенных продуктов/технологий из отраслевых планов по импортозамещению положительное и увеличилось на 10–20%	4
Количество произведенных продуктов/технологий из отраслевых планов по импортозамещению положительное и увеличилось на 0–10%	3
Количество произведенных продуктов/технологий из отраслевых планов по импортозамещению положительное и не меняется	2
Количество произведенных продуктов/технологий из отраслевых планов по импортозамещению положительное и сокращается	1
Количество произведенных продуктов/технологий из отраслевых планов по импортозамещению равно нулю во всем периоде	0

Показатель К4.5. Оценивается уровень квалификации и интеллектуального потенциала персонала, так как стабильное кадровое развитие позволяет осуществлять непрерывное создание и внедрение инноваций, их коммерциализацию и масштабирование на рынке. По данному показателю учитывается кадровый состав, его компетенции, регулярное повышение квалификации. Оценивается на основе шкалы таблицы 29.

Таблица 29 – Шкала оценки К4.5

Результат оценки	Балл
Кадровый состав участников сбалансирован и позволяет выполнять все необходимые задачи. Производится постоянное обучение в области повышения квалификации. Кадровый состав способен работать над исследованиями и разработками, замотивирован в повышении эффективности деятельности участников объединения.	5
Кадровый состав участников сбалансирован и позволяет выполнять все необходимые задачи. Производится постоянное обучение в области повышения квалификации. Кадровый состав способен работать над исследованиями и разработками, но не замотивирован в повышении эффективности деятельности участников объединения.	4
Кадровый состав участников сбалансирован и позволяет выполнять все необходимые задачи. Постоянное обучение в области повышения квалификации не проводится, кадровый состав не способен работать над исследованиями и разработками, не замотивирован в повышении эффективности деятельности участников объединения.	3
Кадровый состав участников не сбалансирован и не позволяет выполнять все необходимые задачи. Производится постоянное обучение в области повышения квалификации, но кадровый состав не способен работать над исследованиями и разработками, хотя замотивирован в повышении эффективности деятельности участников объединения.	2
Кадровый состав участников не сбалансирован и не позволяет выполнять все необходимые задачи. Производится постоянное обучение в области повышения квалификации, но кадровый состав не способен работать над исследованиями и разработками, не замотивирован в повышении эффективности деятельности участников объединения.	1
Значительный «кадровый голод». Интеграция создана и функционирует за счет объединения.	0

Показатель К5.1. Определяется динамика расходов на импортные сырье, материалы, покупные изделия. При успешном функционировании участников в реализации программ импортозамещения показатель должен снижаться, так как высокая зависимость от импортных поставок увеличивает риск функционирования интеграции. Оценивается на основе шкалы таблицы 30.

Таблица 30 – Шкала оценки К5.1

Результат оценки	Балл
Затраты на импортные сырье, материалы, покупные изделия сократились более чем на 20% или отсутствуют	5
Затраты на импортные сырье, материалы, покупные изделия сократились на 10–20%	4
Затраты на импортные сырье, материалы, покупные изделия сократились на 0–10%	3
Затраты на импортные сырье, материалы, покупные изделия увеличились на 0–10%	2
Затраты на импортные сырье, материалы, покупные изделия увеличились на 10–20%	1
Затраты на импортные сырье, материалы, покупные изделия увеличились более чем на 20%	0

Показатель К5.2. Определяется изменение количества малых и средних предприятий-участников промышленного кластера. При успешном функционировании кластера привлечение малых и средних предприятий характеризует его масштабирование, что является положительным критерием для развития интеграции. Оценивается на основе шкалы таблицы 31.

Таблица 31 – Шкала оценки К5.2

Результат оценки	Балл
Увеличение количества малых и средних предприятий-участников промышленного кластера составляет более 10%	5
Увеличение количества малых и средних предприятий-участников промышленного кластера составляет 5–10%	4
Увеличение количества малых и средних предприятий-участников промышленного кластера составляет 0–5%	3
Уменьшение количества малых и средних предприятий-участников промышленного кластера составляет 0–5%	2
Уменьшение количества малых и средних предприятий-участников промышленного кластера составляет 5–10%	1
Уменьшение количества малых и средних предприятий-участников промышленного кластера составляет более 10%	0

Показатель К5.3. Оцениваются каналы сбыта продукции у участников кластера. Использование цифровых платформ, наличие на сайте каталога с производимой продукцией, постоянных потребителей, принятие участия в технологических ярмарках, форумах и выставках отражают развитые каналы сбыта и являются положительным критерием для развития интеграции. Оценивается на основе шкалы таблицы 32.

Таблица 32 – Шкала оценки К5.3

Результат оценки	Балл
Участники объединения используют цифровые платформы для сбыта продукции. На сайте прописаны виды производимых товаров, услуг и контакты отдела продаж. Участники объединения уже реализуют продукцию оптовым и розничным потребителям. Выполняют государственные заказы. Поставляют на экспорт. Участвуют в выставках.	5
Участники объединения используют цифровые платформы для сбыта продукции. На сайте прописаны виды производимых товаров, услуг и контакты отдела продаж. Участники объединения уже реализуют продукцию оптовым и розничным потребителям. Выполняют государственные заказы. Не поставляют на экспорт. Участвуют в выставках	4
Участники объединения используют цифровые платформы для сбыта продукции. На сайте прописаны виды производимых товаров, услуг и контакты отдела продаж. Участники объединения уже реализуют продукцию оптовым и розничным потребителем. Не выполняют государственные заказы. Не поставляют на экспорт. Участвуют в выставках.	3
Участники объединения частично используют цифровые платформы для сбыта продукции. На сайте у некоторых прописаны виды производимых товаров, услуг и контакты отдела продаж. Участники объединения уже реализуют продукцию по своим каналам и открыты для новых потребителей.	2
Только некоторые участники объединения имеют сайт и описанную продукцию для покупателей. Реализация осуществляется по имеющимся каналам сбыта.	1
Участники объединения не используют цифровые платформы для сбыта продукции. На сайте не прописаны виды производимых товаров, услуг. Участники объединения реализуют продукцию только имеющимся заказчикам.	0

Показатель К5.4. Оценивается репутация кластера по таким направлениям оценки, как имидж, история, средства, достоверность, кадры, количество лет на рынке, ритмичность работы, выполнение договоров в срок, отзывы заказчиков, привлечения в качестве ответчика в судебных исках, количество нарушений и их устранение и пр. Оценивается на основе шкалы таблицы 33.

Таблица 33 – Шкала оценки К5.4

Результат оценки	Балл
Репутация всех участников объединения отличная	5
Репутация большей части участников объединения отличная	4
Репутация участников объединения хорошая	3
Репутация большей части участников объединения хорошая	2
Репутация участников объединения удовлетворительная	1
Репутация участников объединения неудовлетворительная	0

Показатель К5.5. Оценивается уровень предпринимательской активности участников кластера через масштабирование бизнеса, участие в мероприятиях по развитию партнерского взаимодействия и пр. Оценивается на основе шкалы таблицы 34.

Таблица 34 – Шкала оценки К5.5

Результат оценки	Балл
Предпринимательская активность всех участников объединения отличная	5
Предпринимательская активность большей части участников объединения отличная	4
Предпринимательская активность участников объединения хорошая	3
Предпринимательская активность большей части участников объединения хорошая	2
Предпринимательская активность участников объединения удовлетворительная	1
Предпринимательская активность участников объединения неудовлетворительная	0

Показатель KB1.1. Оценивается степень активности кластера во внутрикластерном взаимодействии, а именно выстроены ли связи между участниками объединения (насколько участники связаны информационными потоками о потребностях, возможностях, производственных стратегиях и стратегиях развития каждого участника; налажено ли взаимодействие кадров, ответственных за коммуникацию в кластере и пр.). Шкала приведена в таблице 35.

Таблица 35 – Шкала оценки KB1.1

Результат оценки	Балл
1	2
Степень активности участников кластера в их взаимодействии отличная, все информационные потоки налажены без нарушения безопасности. Имеются все инструменты, позволяющие решать задачи кластера. Ведется дальнейшее совершенствование информационного обмена и систем безопасности.	5
Степень активности участников кластера в их взаимодействии хорошая, все информационные потоки налажены без нарушения безопасности. Имеются хорошие инструменты, позволяющие решать основные задачи кластера, но требуют незначительного совершенствования. Ведется дальнейшее совершенствование информационного обмена и систем безопасности.	4
Степень активности участников кластера в их взаимодействии удовлетворительная, все информационные потоки налажены, но присутствует риск нарушения безопасности. Имеются удовлетворительные инструменты, позволяющие решать основные задачи кластера, но требуют совершенствования. Ведется дальнейшее совершенствование информационного обмена и систем безопасности.	3

Приложение таблицы 13

1	2
Степень активности участников кластера в их взаимодействии неудовлетворительная, информационные потоки необходимо выстраивать. Имеются единичные связи (инструменты), позволяющие решать основные задачи кластера, но они также требуют совершенствования. Работа над развитием информационных потоков начата.	2
Степень активности участников кластера в их взаимодействии неудовлетворительная, информационные потоки необходимо выстраивать. Имеются единичные связи (инструменты), позволяющие решать основные задачи кластера, но они также требуют совершенствования. Работа над развитием информационных потоков не планируется.	1
Участники кластера изолированы. Нет налаженных информационных потоков обмена данными.	0

Показатель KB1.2. Данный показатель характеризует влияние проектов между участниками кластера на региональное развитие. Рассматривается влияние кластера на развитие предпринимательства, социально-экологическое влияние, вклад кластера в региональный бюджет (через налоговые отчисления, принимает участие в реализации региональных проектов устойчивого развития) и пр. Шкала приведена в таблице 36.

Таблица 36 – Шкала оценки KB1.2

Результат оценки	Балл
Влияние кластера на региональное развитие положительное и значительное	5
Влияние кластера на региональное развитие хорошее и значительное	4
Влияние кластера на региональное развитие хорошее, но воздействие невелико	3
Влияние кластера на региональное развитие удовлетворительное, воздействие невелико	2
Влияние кластера на региональное развитие неудовлетворительное, но есть несколько преимуществ	1
Влияние кластера на региональное развитие не удовлетворительное, отрицательное воздействие	0

Показатель KB1.3. Данный показатель отражает наличие положительной репутации и доверия между участниками кластера и также со стороны внешних стейкхолдеров, взаимодействующих с участниками кластера. Шкала приведена в таблице 37.

Таблица 37 – Шкала оценки КВ1.3

Результат оценки	Балл
Уровень репутации и доверия между участниками кластера и внешних стейкхолдеров отличный. Договоры не нарушались, участники не выступали ответчиками в судебных делах.	5
Уровень репутации и доверия между участниками кластера и внешних стейкхолдеров хороший. Договоры незначительно нарушались, участники редко выступали ответчиками в судебных делах.	4
Уровень репутации и доверия между участниками кластера и внешних стейкхолдеров удовлетворительный. Договоры незначительно нарушались, участники периодически выступали ответчиками в судебных делах.	3
Уровень репутации и доверия между участниками кластера и внешних стейкхолдеров неудовлетворительный. Договоры зачастую нарушались, участники постоянно выступают ответчиками в судебных делах.	2
Уровень репутации низкий и отсутствует доверие как между участниками кластера, так и со стороны внешних стейкхолдеров. Реализуются в основном краткосрочные проекты.	1
Между участниками постепенно прекращается сотрудничество из-за потерянного доверия и низкой репутации.	0

Показатель КВ1.4. Данный показатель отражает качественный состав участников кластера, а именно насколько участники вовлечены в его деятельность из различных групп принадлежности (научные и образовательные организации, промышленные организации, малый и средний бизнес, участники по созданию инфраструктуры и пр.). Шкала приведена в таблице 38.

Таблица 38 – Шкала оценки КВ1.4

Результат оценки	Балл
В состав кластера привлечены все возможные участники на уровне регионов (входят научные и образовательные организации, промышленные организации, малый и средний бизнес, участники по созданию инфраструктуры и пр.). Финансирование кластера осуществляется из нескольких источников.	5
В состав кластера привлечены все возможные участники региона присутствия (входят научные и образовательные организации, промышленные организации, малый и средний бизнес, участники по созданию инфраструктуры и пр.), но возможно сотрудничество, к примеру, с вузами или научными организациями других регионов. Финансирование кластера осуществляется из нескольких источников.	4
В состав кластера привлечены не все возможные участники на уровне региона присутствия (не входят представители из научных и образовательных организаций, слабо вовлечен малый и средний бизнес, участники по созданию инфраструктуры и пр.). Финансирование кластера осуществляется из нескольких источников.	3
В состав кластера привлечены не все возможные участники на уровне региона присутствия (не входят представители из научных и образовательных организаций, вовлечено несколько компаний из малого и среднего бизнеса, участники по созданию инфраструктуры и пр.).	2
В состав кластера входят только 2–3 организации разного вида. Отмечается высокая потребность в вовлечении новых участников. К примеру, для создания инфраструктуры.	1
В состав кластера входят только 2–3 организаций одного вида. Отмечается высокая потребность в вовлечении новых участников для функционирования кластера.	0

Показатель KB1.5. Данный показатель характеризует уровень управления проектами (проектного менеджмента), а также имеющийся опыт участников кластера в реализации и масштабировании проектов развития. Шкала приведена в таблице 39.

Таблица 39 – Шкала оценки KB1.5

Результат оценки	Балл
Участники кластера имеют отличный опыт реализации проектов кластера. Проекты выполняются в срок. Результаты всегда положительные. Инвестиционный результат оправдывает ожидания. По результатам реализации проектов осуществляется масштабирование деятельности кластера.	5
Участники кластера имеют хороший опыт реализации проектов кластера. Проекты выполняются в большей части в установленный срок. Результаты зачастую положительные. Инвестиционный результат оправдывает ожидания. По результатам реализации проектов осуществляется масштабирование деятельности кластера.	4
Участники кластера имеют удовлетворительный опыт реализации проектов кластера. Проекты выполняются в большей части в установленный срок. Результаты неоднозначны. Инвестиционный результат иногда оправдывает ожидания. По результатам реализации проектов осуществляется незначительное масштабирование деятельности кластера.	3
Участники кластера имеют удовлетворительный опыт реализации проектов кластера. Проекты выполняются в большей части с запозданием. Результаты неоднозначны. Инвестиционный результат зачастую не оправдывает ожидания. По результатам реализации проектов осуществляется незначительное масштабирование деятельности кластера.	2
Участники кластера в основном имеют неудовлетворительный опыт реализации проектов. Проекты выполняются в большей части с запозданием. Инвестиционный результат не оправдывает ожидания. По результатам реализации проектов осуществляется «выживание» участников кластера на рынке.	1
Участники кластера в основном имеют только неудовлетворительный опыт реализации проектов.	0

На третьем этапе выполнения расчетов по оценке эффективности сетевых интеграций рассчитываются значения весовых коэффициентов для каждого из показателей и осуществляется проверка согласованности полученных оценок.

Для определения НВП необходимым условием корректности расчета является наличие согласованности матриц попарного сравнения. В таблицах с 40 по 45 приведены результаты попарных сравнений оценок показателей, результаты проверки согласованности и НВП.

Таблица 40 – Результаты проверки согласованности и НВП по Б1

Б1	К1.1	К1.2	К1.3	К1.4	К1.5	$A_i$ (формула 2)	НВП <sub>i</sub> (формула 4)
К1.1	1	1	1	2	3	1,43	0,26
К1.2	1	1	3	2	3	1,78	0,32
К1.3	1	1/3	1	2	3	1,15	0,21
К1.4	1/2	1/2	1/2	1	1/2	0,57	0,10
К1.5	1/3	1/3	1/3	2	1	0,59	0,11
Сумма	3,83	3,17	5,83	9,00	10,50	-	1,00
S (формула 3)						5,53	
$\lambda_{max}$ (формула 5)						5,29	
$I_{согл.}$ (формула 6)						0,07	
$O_{согл.}$ (формула 7)						6,40%	

Основные расчеты для Б1:

$$A_i = \sqrt[5]{1 * 1 * 1 * 2 * 3} = 1,43;$$

$$S = 1,43 + 1,78 + 1,15 + 0,57 + 0,59 = 5,53;$$

$$\text{НВП}_1 = \frac{1,43}{5,53} = 0,26;$$

$$\lambda_{max} = 0,26 * 3,83 + 0,32 * 3,17 + 0,21 * 5,83 + 0,10 * 9,00 + 0,11 * 19,50 = 5,29;$$

$$I_{согл.} = \frac{(5,29 - 5)}{5 - 1} = 0,07;$$

$$O_{согл.} = \frac{0,07}{1,12} = 6,40.$$

По результатам анализа оценок показателей Б1, отношение согласованности составило 6,40%, что меньше 15% и свидетельствует о согласованности оценок. В таблицах 41–45 расчеты проводятся аналогично.

Таблица 41 – Результаты проверки согласованности и НВП по Б2

Б2	К1.1	К1.2	К1.3	К1.4	К1.5	$A_i$ (формула 2)	НВП <sub>i</sub> (формула 4)
К1.1	1	5	1	1	1/2	1,20	0,21
К1.2	1/5	1	1/2	1/3	1/3	0,41	0,07
К1.3	1	2	1	1/3	1/3	0,74	0,13
К1.4	1	3	3	1	1/2	1,35	0,24
К1.5	2	3	3	2	1	2,05	0,36
Сумма	5,20	14,00	8,50	4,67	2,67	-	1,00
S (формула 3)						5,75	
$\lambda_{max}$ (формула 5)						5,22	
$I_{согл.}$ (формула 6)						0,05	
$O_{согл.}$ (формула 7)						4,90%	

По результатам анализа оценок показателей Б2 (таблица 41), отношение согласованности составило 4,90%, что свидетельствует о согласованности оценок.

Таблица 42 – Результаты проверки согласованности и НВП по Б3

Б3	К1.1	К1.2	К1.3	К1.4	К1.5	$A_i$ (формула 2)	НВП <sub>i</sub> (формула 4)
К1.1	1	1	1/5	1	1	0,72	0,11
К1.2	1	1	1/5	1/2	1/3	0,51	0,08
К1.3	5	5	1	5	3	3,27	0,51
К1.4	1	2	1/5	1	1/2	0,72	0,11
К1.5	1	3	1/3	2	1	1,15	0,18
Сумма	9,00	12,00	1,93	9,50	5,83	-	1,00
S (формула 3)						6,38	
$\lambda_{max}$ (формула 5)						5,10	
$I_{согл.}$ (формула 6)						0,02	
$O_{согл.}$ (формула 7)						2,20%	

По результатам анализа оценок показателей Б3 (таблица 42), отношение согласованности составило 2,20%, что свидетельствует о согласованности оценок.

Таблица 43 – Результаты проверки согласованности и НВП по Б4

Б4	К1.1	К1.2	К1.3	К1.4	К1.5	$A_i$ (формула 2)	НВП <sub>i</sub> (формула 4)
К1.1	1	1	5	5	3	2,37	0,39
К1.2	1	1	5	3	1	1,72	0,28
К1.3	1/5	1/5	1	5	1	0,72	0,12
К1.4	1/5	1/3	1/5	1	1/2	0,37	0,06
К1.5	1/3	1	1	2	1	0,92	0,15
Сумма	2,73	3,53	12,20	16,00	6,50	-	1,00
S (формула 3)						6,10	
$\lambda_{max}$ (формула 5)						5,45	
$I_{согл.}$ (формула 6)						0,11	
$O_{согл.}$ (формула 7)						10,03%	

По результатам анализа оценок показателей Б4 (таблица 43), отношение согласованности составило 10,03%, что свидетельствует о согласованности оценок.

Таблица 44 – Результаты проверки согласованности и НВП по Б5

Б5	K1.1	K1.2	K1.3	K1.4	K1.5	$A_i$ (формула 2)	НВП <sub>i</sub> (формула 4)
K1.1	1	1/2	1/2	1/3	1/7	0,41	0,07
K1.2	2	1	1/2	1/2	1	0,87	0,16
K1.3	2	2	1	1/2	1	1,15	0,20
K1.4	3	2	2	1	2	1,89	0,34
K1.5	7	1	1	1/2	1	1,28	0,23
Сумма	15,00	6,50	5,00	2,83	5,14	-	1,00
S (формула 3)						5,60	
$\lambda_{max}$ (формула 5)						5,27	
$I_{согл.}$ (формула 6)						0,07	
$O_{согл.}$ (формула 7)						6,06%	

По результатам анализа оценок показателей Б5 (таблица 44), отношение согласованности составило 6,06%, что свидетельствует о согласованности оценок.

Таблица 45 – Результаты проверки согласованности и НВП по показателям стремления к сотрудничеству

Оценка взаимодействия	K1.1	K1.2	K1.3	K1.4	K1.5	$A_i$ (формула 2)	НВП <sub>i</sub> (формула 4)
K1.1	1	5	1	1	3	1,72	0,31
K1.2	1/5	1	1/2	1/2	1	0,55	0,10
K1.3	1	2	1	1	1	1,15	0,21
K1.4	1	2	1	1	3	1,43	0,26
K1.5	1/3	1	1	1/3	1	0,64	0,12
Сумма	3,53	11,00	4,50	3,83	9,00	-	1,00
S (формула 3)						5,49	
$\lambda_{max}$ (формула 5)						5,20	
$I_{согл.}$ (формула 6)						0,05	
$O_{согл.}$ (формула 7)						4,51%	

По результатам показателей по оценке взаимодействия участников кластера (таблица 45), отношение согласованности составило 6,06%, что свидетельствует о согласованности оценок.

Таким образом, получены для всех блоков НВП, соответствующие критерию согласованности. В таблице 46 приведены итоговые НВП, которые могут быть применены для расчета интегрального значения для оценки эффекта от развития сетевой интеграции и для определения уровня взаимодействия участников в интеграции. Так как при оценке уровня развития сетевой интеграции весовые коэффициенты каждого блока нужно свести ко всему

направлению оценки – проведен дополнительный расчет для НВП блоков 1–5: каждое НВП показателей в блоке разделено на их общую сумму.

Таблица 46 – Результаты расчета нормализованного вектора для показателей

Блок	Показатель	НВП блока	НВП для оценки
Блок 1	K1.1	0,259	0,052
	K1.2	0,322	0,064
	K1.3	0,208	0,042
	K1.4	0,104	0,021
	K1.5	0,107	0,021
Блок 2	K2.1	0,209	0,042
	K2.2	0,071	0,014
	K2.3	0,129	0,026
	K2.4	0,235	0,047
	K2.5	0,356	0,071
Блок 3	K3.1	0,114	0,023
	K3.2	0,079	0,016
	K3.3	0,513	0,103
	K3.4	0,114	0,023
	K3.5	0,180	0,036
Блок 4	K4.1	0,388	0,078
	K4.2	0,282	0,056
	K4.3	0,119	0,024
	K4.4	0,060	0,012
	K4.5	0,151	0,030
Блок 5	K5.1	0,074	0,015
	K5.2	0,155	0,031
	K5.3	0,205	0,041
	K5.4	0,337	0,067
	K5.5	0,229	0,046
	KB1.1		0,313
	KB1.2		0,100
	KB1.3		0,209
	KB1.4		0,261
	KB1.5		0,117

На четвертом этапе осуществляются расчеты по показателям K1.1, K1.2, K1.3, K1.4, K1.5, K2.1, K2.2, K2.4, K4.2, K4.3, K4.4, K5.1, K5.2 на основе имеющихся статистических данных и осуществляется присвоение баллов на основе разработанных шкал. К примеру, в соответствии с методикой, для K1.1 по кластеру 1 определяется изменение показателя за 3 года с учетом изменения количества участников:  $((10906/9)/(7933/9)-1)/3*100=12,5\%$ . Согласно шкале в таблице 11 при увеличении на 12,5% ежегодно необходимо назначить балл 5. Таким образом, для всех объектов оценки по перечисленным выше показателям производится назначение баллов.

На пятом этапе осуществляется формирование пула экспертов и проводится экспертная оценка значений оставшихся показателей. В данной работе в качестве экспертов для оценки показателей привлекались сотрудники Минпромторга РФ, ФГАУ «ЦЭПП», ООО «УЗТМ», ФИЦ «КНЦ РАН», «НИТУ МИСИС», ВНИИРАЭ НИЦ «Курчатовский институт» (47 человек). Все эксперты обладают опытом работы более 5 лет и принимали участие в реализации отраслевых проектов развития. Экспертам предлагалось, с учетом их опыта, оценить промышленные кластеры по качественным показателям, описанным выше. В анкетах была представлена информация о кластерах и результатах их деятельности (таблица 9), шкалы для экспертной оценки и бланк ответов. Анкетирование проводилось в электронной форме. Было направлено 70 запросов, из которых отклик получен по 47 (приложение 1).

Результаты анкетирования обработаны. По каждому показателю данные оценок усреднены и использованы для последующих расчетов (результаты представлены в таблицах 47–48 в столбцах «Оценка»).

На шестом этапе осуществляется определение эффектов каждого из блоков с учетом НВП и расчет интегральных показателей.

Для показателя К1.1 умножается НВП<sub>1.1</sub> на балльное значение оценки:  $5,00 * 0,052 = 0,259$ . Аналогичным образом рассчитываются критерии для каждого показателя (результаты представлены в таблицах 47–48 в столбцах «Критерий для альтернатив с учетом НВП»).

По блокам Б1, Б2, Б3, Б4, Б5 осуществляется суммирование критериев с учетом НВП. Интегральный показатель рассчитывается через формулу геометрической прогрессии:

$$Э_{и}(\text{кластер 1}) = \sqrt[5]{(0,640 * 0,708 * 0,732 * 0,687 * 0,789)} = 0,709;$$

$$Э_{и}(\text{кластер 2}) = \sqrt[5]{(0,615 * 0,710 * 0,567 * 0,720 * 0,668)} = 0,653;$$

$$Э_{и}(\text{кластер 3}) = \sqrt[5]{(0,738 * 0,774 * 0,711 * 0,552 * 0,676)} = 0,686.$$

Аналогичным способом проведен расчет интегральных значений по оценке уровня взаимодействия участников бизнес-партнеров в кластере, однако расчет производился на основе показателей, а не блоков:

$$Y_{\text{ВУСИ}} (\text{кластер 1}) = \sqrt[5]{(1,327 * 0,444 * 0,977 * 0,956 * 0,535) = 0,783;$$

$$Y_{\text{ВУСИ}} (\text{кластер 2}) = \sqrt[5]{(1,077 * 0,412 * 0,680 * 0,847 * 0,313) = 0,603;$$

$$Y_{\text{ВУСИ}} (\text{кластер 3}) = \sqrt[5]{(1,497 * 0,412 * 0,864 * 0,847 * 0,371) = 0,663.$$

Результаты расчетов по этапам 4–6 методики приведены в таблицах 47–48.

Таблица 47 – Результаты расчета эффективности кластеров

Бл ок	Показатель	НВ П раз ра	Оценка			Критерий для альтернатив с учетом НВП		
Б1	K1.1	0,052	5,00	0,00	4,00	0,259	0,000	0,207
	K1.2	0,064	2,00	4,00	4,00	0,129	0,258	0,258
	K1.3	0,042	2,00	4,00	3,00	0,083	0,166	0,125
	K1.4	0,021	4,00	4,00	3,00	0,083	0,083	0,062
	K1.5	0,021	4,00	5,00	4,00	0,086	0,107	0,086
Итоговая оценка по блоку 1						0,640	0,615	0,738
Б2	K2.1	0,042	4,00	5,00	4,00	0,167	0,209	0,167
	K2.2	0,014	4,00	5,00	4,00	0,057	0,071	0,057
	K2.3	0,026	4,67	2,58	4,08	0,120	0,066	0,105
	K2.4	0,047	1,00	3,00	3,00	0,047	0,141	0,141
	K2.5	0,071	4,44	3,12	4,26	0,316	0,222	0,304
Итоговая оценка по блоку 2						0,708	0,710	0,774
Б3	K3.1	0,023	3,16	3,00	3,08	0,072	0,068	0,070
	K3.2	0,016	3,33	3,08	3,25	0,053	0,049	0,052
	K3.3	0,103	3,67	2,50	3,5	0,377	0,257	0,359
	K3.4	0,023	4,08	2,58	3,92	0,093	0,059	0,089
	K3.5	0,036	3,83	3,75	3,92	0,138	0,135	0,141
Итоговая оценка по блоку 3						0,732	0,567	0,711
Б4	K4.1	0,078	3,67	3,67	3,25	0,285	0,285	0,253
	K4.2	0,056	4,00	3,00	1,00	0,225	0,169	0,056
	K4.3	0,024	1,00	4,00	2,00	0,024	0,095	0,047
	K4.4	0,012	2,00	4,00	5,00	0,024	0,048	0,060
	K4.5	0,030	4,25	4,08	4,5	0,128	0,123	0,136
Итоговая оценка по блоку 4						0,687	0,720	0,552
Б5	K5.1	0,015	3,00	5,00	0,00	0,044	0,074	0,000
	K5.2	0,031	3,00	1,00	1,00	0,093	0,031	0,031
	K5.3	0,041	3,92	4,08	3,25	0,161	0,167	0,133
	K5.4	0,067	4,17	3,67	4,42	0,281	0,247	0,298
	K5.5	0,046	4,58	3,25	4,67	0,210	0,149	0,214
Итоговая оценка по блоку 5						0,789	0,668	0,676
Интегральная оценка Э <sub>И</sub>						0,709	0,653	0,686

Таким образом, по оценке эффекта от развития сетевой интеграции получено, что кластер 1 имеет наивысшую эффективность (Э<sub>И</sub>=0,709) за счет

преобладания предпринимательского, экологического эффекта по сравнению с кластерами 2, 3. На втором месте кластер 3, который имеет эффективность ( $\mathcal{E}_И=0,686$ ) и преобладающие экономический и социальные эффекты. Третье место занимает кластер 2 ( $\mathcal{E}_И=0,653$ ). При этом у данного кластера большее значение имеет инновационно-технологический эффект.

Результаты оценки уровня взаимодействия участников в кластере представлены в таблице 48.

Таблица 48 – Результаты расчета уровня взаимодействия участников кластеров

Блок	Показатели	НВП разработчика	Оценка			Критерий для альтернатив с учетом НВП		
			Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3	Кластер 1	Кластер 2	Кластер 3
Блок уровня взаимодействия бизнес- партнеров в кластере	KB1	0,313	4,24	3,44	3,67	1,327	1,077	1,149
	KB2	0,100	4,44	4,12	4,12	0,444	0,412	0,412
	KB3	0,209	4,67	3,25	4,12	0,977	0,680	0,862
	KB4	0,261	3,67	3,25	3,25	0,956	0,847	0,847
	KB5	0,117	4,56	2,67	3,16	0,535	0,313	0,371
Интегральная оценка $U_{вуси}$						0,783	0,603	0,663

Получено, что по уровню взаимодействия участников в промышленных кластерах лидирует также кластер 1 ( $U_{вуси} = 0,783$ ). На втором месте – кластер 3 ( $U_{вуси} = 0,663$ ) и на третьем – кластер 2 ( $U_{вуси} = 0,603$ ).

На седьмом этапе на основе полученных интегральных значений производится сопоставление со шкалой желательности Харрингтона (таблица 49).

Таблица 49 – Интегральные показатели по оценке кластеров

Интегральная оценка			
Показатель	$P_1$ (кластер 1)	$P_2$ (кластер 2)	$P_3$ (кластер 3)
$\mathcal{E}_И$	0,709	0,653	0,686
Описание $\mathcal{E}_И$ по Харрингтону	высокая	высокая	высокая
$U_{вуси}$	0,783	0,603	0,663
Описание $U_{вуси}$ по Харрингтону	высокая	средняя	высокая

На заключительном этапе осуществляется визуализация результатов оценки. По горизонтали предлагается отражать интегральное значение эффекта

от развития сетевой интеграции, а по вертикали – уровень взаимодействия бизнес-партнеров в кластере (рисунок 10).

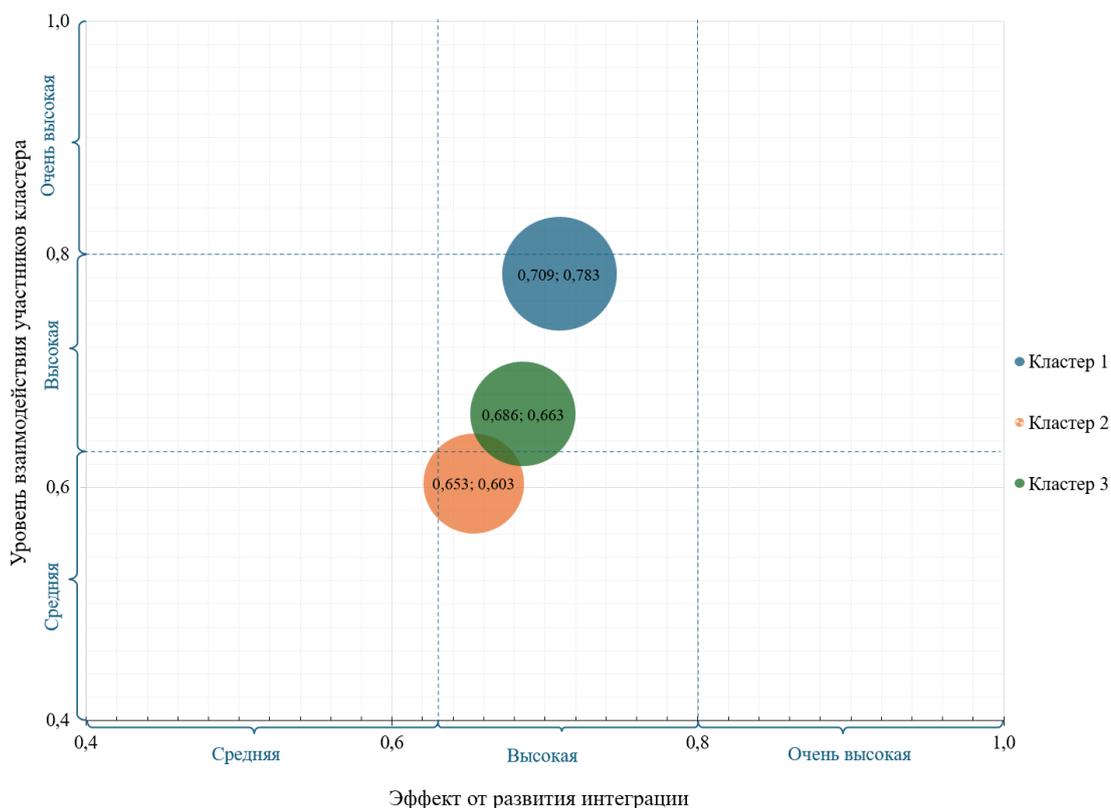


Рисунок 10 – Визуализация полученных интегральных оценок и их сопоставление со шкалой Харрингтона

Источник: составлено автором

Визуализация полученных результатов позволяет определить, что существует положительная зависимость между эффектом от развития сетевой интеграции и уровнем взаимодействия бизнес-партнеров в кластере.

Результаты расчетов показывают, что кластер 1 имеет наивысшую эффективность ( $\Delta_I=0,709$ ) за счет преобладания предпринимательского, экологического эффектов по сравнению с кластерами 2, 3. Для кластера 1 также характерен самый высокий уровень взаимодействия участников ( $U_{\text{вуси}}=0,783$ ). Следующим по эффективности взаимодействия ( $\Delta_I=0,686$ ) и уровню взаимодействия участников ( $U_{\text{вуси}}=0,663$ ) кластер 3. Данный кластер имеет преобладающие экономический и социальные эффекты. Повышение уровня ресурсоэффективного взаимодействия может быть достигнуто за счет

повышения инновационно-технологического эффекта (за счет привлечения инвестиций в инновационное развитие). На последнем месте находится кластер 2 ( $E_{и}=0,653$ ,  $U_{вуси}=0,603$ ). При этом у данного кластера сильно выражен инновационно-технологический эффект, а экологический и экономический эффекты заметно отстают. Стратегию ресурсоэффективного развития данного кластера рекомендуется осуществлять через увеличение объемов производства, снижение себестоимости продукции за счет использования вторичного сырья. При анализе количественных показателей для всех рассмотренных кластеров рекомендуется вовлечение новых участников.

### **Выводы ко 2 главе:**

1. Создание сетевых интеграций является одним из перспективных инструментов обеспечения устойчивого развития промышленных предприятий, такие взаимодействия основаны на разработке и реализации инновационных проектов с учетом концепции НДТ, на реализации «зеленых» проектов по снижению НВОС, на реализации проектов, относящихся к экономике замкнутого цикла (на вовлечении вторичных ресурсов в производство), на повышении ресурсоэффективности, на использовании платформенных решений цифровой экономики. Для успешного создания новых и развития существующих промышленных интеграций необходимо наличие комплексной методики оценки их эффективности, позволяющей учитывать перечисленные выше современные вызовы развития.

2. В соответствии с сформулированными выше требованиями разработана методика оценки эффективности сетевых интеграций, базирующаяся на оценке экономического, социального, экологического, инновационно-технологического и предпринимательского эффектов. А также позволяет оценить уровень взаимодействия участников сетевой интеграции. Универсальность методики по отношению к объектам исследования обеспечивается возможностью использования как статистических данных, так и данных экспертной оценки. В рамках методики обработка статистических данных осуществляется с помощью метода анализа иерархий Т. Л. Саати, метода

экспертных оценок. Для интерпретации конечных результатов применяется шкала желательности Харрингтона.

3. Апробация методики проведена на следующих кластерах: Кластер по производству трубопроводной арматуры (Челябинская область), Промышленный кластер Нижегородской области, Южно-Уральский промышленный кластер по производству деталей и узлов дорожных, строительных и сельскохозяйственных машин. По результатам подтверждена ее состоятельность и установлена взаимосвязь между эффектом от развития сетевой интеграции и уровнем взаимодействия бизнес-партнеров в кластере.

### **3 Механизм формирования и оценки ресурсоэффективного и устойчивого взаимодействия промышленных предприятий**

#### **3.1 Направления формирования сетевых интеграций в виде промышленных симбиозов на примере производства РЗЭ**

В условиях нарушения цепочек поставок проявилась зависимость некоторых секторов национальной экономики от поставок импортного сырья, в том числе имеющего стратегическое значение. Примером такого сырья являются редкоземельные элементы (РЗЭ), так как они используются в производстве инновационных технологий, в военно-промышленном комплексе, в приборостроении, в металлургии, в атомной, химической и авиационной промышленности, применяются при производстве нефти, магнитов, полупроводников, сверхпроводников, компонентов электроники, высококачественной оптики, стекла, генераторов в качестве присадок, катализаторов и пр.

Редкоземельные элементы (РЗЭ) включают 17 химических элементов III группы периодической системы Д. И. Менделеева: скандий, иттрий, лантан и лантаноиды. Элементы подразделяются на иттриевую (Y, La, Gd-Lu) и цериевую (Ce-Eu) подгруппы, все они металлы серебристо-белого цвета со сходными химическими свойствами [54].

Согласно открытым данным, составлена структура мирового потребления РЗЭ по сферам использования (рисунок 11).

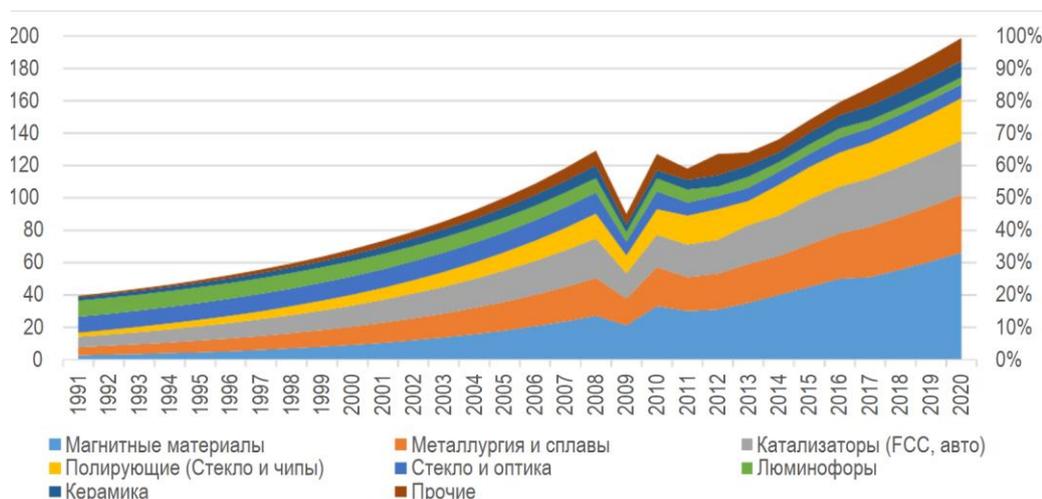


Рисунок 11 – Структура мирового потребления РЗЭ по сферам, тыс. т.

Источник: [227]

Общемировые разведанные запасы РЗЭ на 2023 г. оцениваются в 130 млн т., мировая добыча РЗЭ в 2022 г. составила около 300 т., по данным геологической службы США [197]. На рисунке 12 представлена структура запасов и производства РЗЭ по странам. Как следует из рисунка 13, современный этап технологического развития характеризуется высоким потреблением редкоземельных элементов. При переходе к технологиям шестого технологического уклада увеличивается использование РЗЭ в производстве высокотехнологичной продукции как элементов, повышающих свойства конечного продукта.

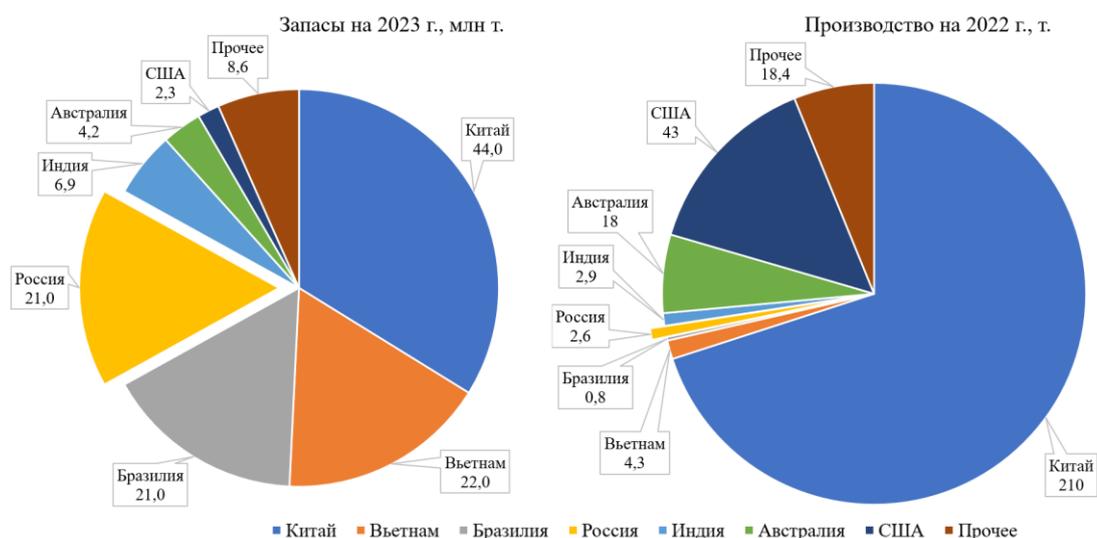


Рисунок 12 – Структура мировых запасов и добычи РЗЭ

Источник: [197]

По запасам РЗЭ на долю Китая приходится 33,8%, Бразилии, Вьетнама и России – выше 16%, Индии 5,3%, Австралии 3,2%, США – 1,8%. При этом 70% рынка по ежегодному производству на 2022 г. у Китая. Он формирует политику ценообразования, о чем свидетельствует его доминирование на рынке (рисунок 13).

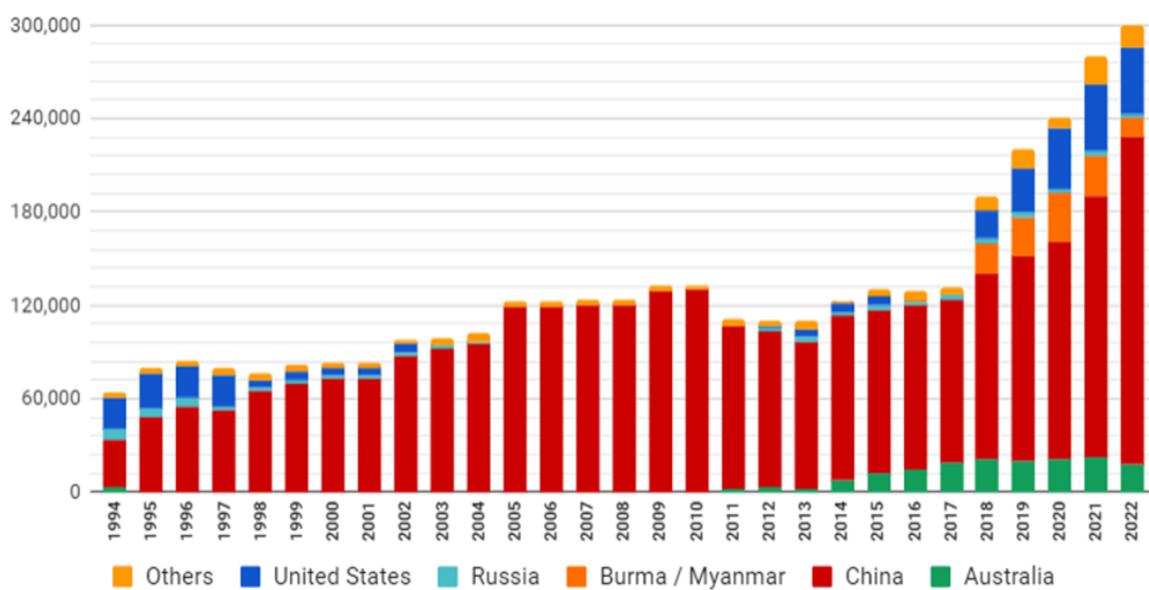


Рисунок 13 - Производство РЗЭ, т.

Источник: [71]

В течение последних 30 лет сохраняются лидерские позиции Китая по добыче РЗЭ. Стоит отметить, что поставки на глобальный рынок Китаем в 1991–2010 гг. осуществлялись по демпинговым ценам, что привело к закрытию потерявших рентабельность производств в странах-импортерах: сократилось производство в США, России. Страны, обладающие высокотехнологичными отраслями (Япония, США, Германия, Россия и пр.), попали в сырьевую зависимость. Национальные мощности добычи и переработки оказались не способны компенсировать искусственно созданный дефицит рынка РЗЭ.

В 2010 г. лидером по производству РЗЭ – Китаем был ограничен экспорт. В сложившихся трансформационных процессах рынка основные страны-импортеры РЗЭ были вынуждены проводить политику стимулирования собственного производства внедрением инновационных решений и

диверсифицировать источники поступления исходного сырья. Осуществлено возобновление производств в США, Бирме (Мьянме). С 2018 г. данные страны имеют по 5–15% мирового производства. К 2023 г. США производит более 14%, однако рынок остается зависим от поставок из Китая.

Россия также восстанавливает собственное производство РЗЭ, при этом отечественные высокотехнологичные отрасли остаются зависимыми от импорта практически по всем РЗЭ. В условиях санкционных ограничений возможные каналы импорта РЗЭ сильно ограничены. С учетом стратегического значения РЗЭ (использование в критических отраслях) развитие данного производства является актуальным для устойчивого развития и обеспечения технологического суверенитета государства.

Согласно данным Счетной палаты РФ, текущие потребности промышленности в РЗЭ частично покрываются действующими производствами [16]. Вместе с тем непрерывность работы критических и инновационных производств может потребовать значительно больших объемов РЗЭ. В текущих геополитических условиях перечисленные выше задачи не могут быть решены в рамках модели импорта РЗЭ, как было отмечено выше.

С учетом глобального тренда на развитие наукоемких инновационных технологий и производств прогнозируется увеличение спроса на РЗЭ на внутреннем и на мировом рынке [130, 141]. Обеспечение национальной потребности РЗЭ за счет собственных производств является одним из условий достижения технологического суверенитета.

РЗЭ могут быть получены как из первичного сырья, так и из вторичного. В цепочке формирования РЗЭ процесс отделения является наиболее затратным. В связи с появлением новых технологий извлечения РЗЭ из отходов других производств стало экономически оправданным. При этом данные технологии соответствуют требованиям ИТС по НДС. Извлечение РЗЭ из отходов других производств соответствует концепции экономики замкнутого цикла и позволяет повысить ресурсную эффективность.

К примеру, отход производителей минеральных удобрений (фосфогипс) может использоваться, как вторичное сырье, для производства РЗЭ. Использование вторичного сырья является более дешевым способом, чем использование первичного. Для производителя РЗЭ исключаются затраты на добычу полезных ископаемых, а при этом приобретение вторичного сырья является гораздо менее затратным. Экономическая выгода появляется также для предприятия, генерирующего этот вторичный отход, так как для него исключаются затраты на переработку, захоронение и хранение отхода.

Источниками вторичного сырья могут рассматриваться следующие отходы производства: фосфогипс (содержание РЗЭ 0,3–0,6%), красные шламы глиноземных производств (менее 0,1%), золошлаковые отходы (0,5–0,9%), отходы постоянных магнитов, отработанный катализатор крекинга (1,7–2%) [6, 22]. Причем, данные отходы относятся к 1–4 категории опасности и наносят вред окружающей среде. Сокращение объемов вновь производимых отходов и уже хранящихся отходов является одной из целей устойчивого развития национальной экономики. Дальнейшая переработка и безопасное использование таких отходов также является перспективным направлением для повышения ресурсоэффективности процессов, в ходе которых они образуются, и для снижения НВОС.

Для дальнейшего исследования отобрана технология извлечения РЗЭ из фосфогипса как одного из наиболее накапливаемых отходов. Отвалы фосфогипса находятся в городах: Воскресенске, Балаково, Череповце, Мелеузе, Волхове, Уварово, где в сумме накоплено более 200 млн т. (10–90 млн т. на одно предприятие в среднем), что отражено на рисунке 14.



Рисунок 14 – Распределение отходов в виде фосфогипса в РФ

Источник: составлено автором

Отвалы фосфогипса являются источником загрязнения атмосферы и стоков с поверхности хранилища. Летучим соединением, выделяющимся с поверхности данных отвалов, является фтороводород, который приводит к изменению геохимической обстановки в отношении кислотности среды, содержания фосфора, серы, фтора, стронция и ряда тяжелых металлов. В связи с этим задача сокращения запасов и производства фосфогипса и переработка является одним из вызовов развития с точки зрения снижения НВОС.

В связи со стратегическим значением РЗЭ в России стимулирование развития отрасли поддерживается государством. До 2020 г. стимулирование отечественной добывающей и перерабатывающей промышленности РЗЭ осуществлялось инструментами государственной программы «Развитие производства редкоземельных металлов в Российской Федерации на период 2013–2016 годы и до 2020 года» [94]. Программа была направлена на удовлетворение потребностей как внутреннего, так и внешнего рынков РЗЭ. Однако по ее результатам доля импорта РФ на мировом рынке сохранилась на уровне 0,70–0,72%, а экспорт по различным РЗЭ в среднем увеличился до 1,3%, что существенно ниже лидеров по экспорту РЗЭ (Китай – 25%, Малайзия – 22%, Япония – 19%, США – 11%). Данная статистика указывает на недостаточную

эффективность стимулирования добычи и производства РЗЭ в тех условиях, которые присутствовали на рынке с учетом лидерства Китая и внутреннего потребления РЗЭ.

Параллельно с 2014 г. реализуется концепция развития промышленности по принципам Наилучших доступных технологий (НДТ), которая объединяет интересы ключевых стейкхолдеров рынка (производителей РЗЭ, научно-исследовательские центры, государство и пр.), а также формирует национальную экосистему. Также в 2017 г. разработан справочник №24 «Производство редких и редкоземельных металлов» [41], а в 2020 г. была выпущена новая версия [42], в которой представлены сведения о перспективных технологических процессах, оборудовании, сырье с учетом климатических, экономических и социальных особенностей Российской Федерации. Утвержденные в справочниках показатели являются минимальным порогом используемых технологий.

В 2022 г. введен Федеральный проект «Экономика замкнутого цикла» [126], в рамках которого поставлена задача использования отходов недропользования в рамках вторичного потребления. Данная инициатива стимулировала спрос на разработку и внедрение энергоэффективных и ресурсоэффективных технологий с наименьшим воздействием на окружающую среду. В 2023 г. были приняты «Концепция технологического развития на период до 2030 года» [50], проект ФЗ «О технологической политике в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [85], вышел указ Президента «О стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» [118]. Данные документы отразили стратегическую необходимость достижения технологического суверенитета, стимулирования производства критических материалов и внедрения перспективных технологий.

Извлечение из вторичного сырья РЗЭ является стратегическим приоритетом для страны, однако вследствие высокой стоимости производства экономическая целесообразность достигается только при комплексном использовании всего перерабатываемого вторичного сырья [43, 122]. Для

обеспечения комплексной переработки необходимо формирование такой промышленной интеграции, как промышленный симбиоз, где вторичное сырье вовлекается в процесс производства другого или других продуктов сторонними предприятиями.

Учитывая специфику добычи сырья, низкую концентрацию полезных компонентов, уровень НВОС в процессе добычи создавать отечественные производства нужно согласно концепции наилучших доступных технологий (НДТ), устойчивого развития, комплексного использования ресурсов и спроса на данное сырье.

В 2023 г. в России добыча первичного сырья для производства РЗЭ ведется только на ООО «Ловозерский ГОК», мощности которого загружены на 30% и имеют низкую экономическую эффективность. Единственным покупателем сырья у комбината является АО «Соликамский магниевый завод» (АО «СМЗ»), который производит концентраты РЗЭ. По причине низкого спроса на РЗЭ в предшествующие периоды в России малоэффективно самостоятельное повышение мощностей со стороны производителей, однако развитие собственного производства является перспективным в условиях роста цен на РЗЭ, высокого спроса на мировом рынке, развития отечественных отраслей-потребителей и новых технологий производства РЗЭ как сопутствующих продуктов.

Технология переработки фосфогипса в РЗЭ (отдельных соединений или комплексная переработка до индивидуальных элементов) была апробирована ГК «Скайград». Также подтверждено использование вторичного сырья при добыче РЗЭ в строительной отрасли в качестве гипсового вяжущего компонента (рисунок 15) [21].



Рисунок 15 - Схема комплексной переработки фосфогипса с извлечением РЗЭ

Источник: [21]

Фосфогипс может быть использован при производстве строительных материалов, удобрений и других продуктов, в которых он используется в качестве добавки или компонента.

Существуют практики использования фосфогипса в качестве материала для отсыпки автомобильных дорог, причем строительство дорог по этой технологии оказалось дешевле строительства по традиционной технологии на 45% для дорог IV и V категорий и на 20–25% для дорог I–III категорий. Отмечается увеличение прочности при вовлечении данного вторичного сырья. Такие проекты реализованы АО «ФосАгро» [10, 109].

Технология использования фосфогипса в сельском хозяйстве в качестве мелиоранта была апробирована АО «ЕвроХим» [96].

Также фосфогипс может быть использован в качестве сырья в производстве перспективного компонента для строительной промышленности. Технология подтверждена на уровне лабораторных исследований [61].

Таким образом, отвальный фосфогипс может являться сырьем для нескольких технологических цепочек (РЗЭ, компонентов для строительных материалов, мелиорантов и др.).

Целью дальнейшего исследования является обоснование целесообразности проекта создания эколого-технологического взаимодействия, выстроенного на основе технологии переработки фосфогипса, позволяющего обеспечить экономическую, экологическую и социальную эффективность проекта.

Схема технологического процесса проекта представлена на рисунке 16.

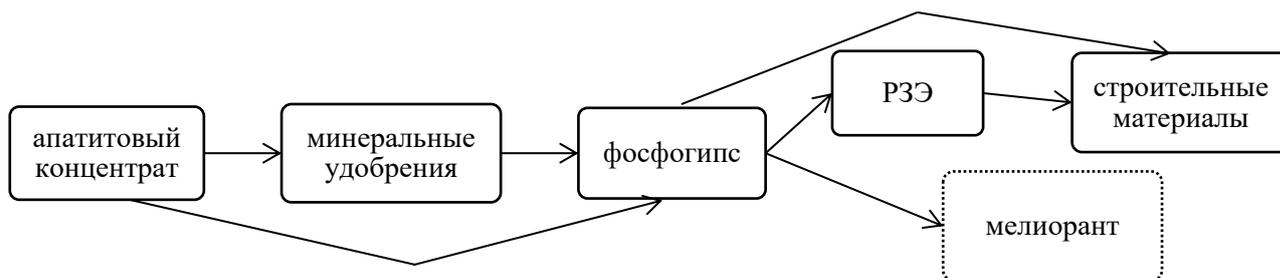


Рисунок 16 – Схема комплексной переработки апатитового концентрата

Источник: составлено автором

Автором проведена оценка потенциальных участников для создания промышленной интеграции на основе данной схемы с точки зрения наличия соответствующих технологических компетенций. Для дальнейшего анализа отобраны следующие участники для создания промышленной интеграции (таблица 50).

Таблица 50 – Потенциальные участники промышленного симбиоза

Этап, процесс	Компания, участник	Конечный продукт	Вторичное сырье или отход
1	2	3	4
Добыча апатитового концентрата	Кировский филиал ОАО «Апатит», завод, Череповец	производитель высокосортного фосфатного сырья – апатитового концентрата	вскрышные и вмещающие породы, 3–4% использовано с 1997 г.
	АО «СЗФК», компания, Кировск	апатитовый концентрат	вскрышные и вмещающие породы

Продолжение таблицы 50

1	2	3	4
Производство минеральных удобрений	ООО «Фосфорит», производитель, Санкт-Петербург	производитель фосфорных удобрений и кормовых фосфатов	фосфогипс
	АО «ФосАгро», производитель, Череповец	фосфогипс для сельского хозяйства	фосфогипс
	АО «Мелеузовские минеральные удобрения», изготовитель, Мелеуз	фосфогипс для сельского хозяйства 1–2 сорта; удобрения минеральные: фосфогипс для сельского хозяйства	фосфогипс
	ООО «ЕВРОХИМ» - Белореченские минудобрения, компания, Белореченск	агрохимикат фосфогипс для сельского хозяйства	фосфогипс
Фосфогипс	АО «Соликамский магниевый завод», завод, Соликамск	РЗЭ	вторичное сырье от производства РЗЭ
вторичное сырье от производства РЗЭ	ООО «ДорстройПерми», компания, Пермь	строительство дорог	не рассматривается
	ООО «Ремдорстрой», компания, Москва	строительство дорог	не рассматривается
	ООО «Тротуар-дизайн», предприятие, Мурманск	производство цемента, извести и гипса	не рассматривается
	ООО «Пермский завод строительных смесей», предприятие, Пермь	производство сухих строительных смесей	не рассматривается
	ООО «СтройМикс», производство, Мурманск	производство сухих строительных смесей	не рассматривается
	ООО «СК КВАРЦ», производство, Москва	производство сухих строительных смесей	не рассматривается
	ОАО «Гипсополимер», предприятие, Пермь	производство пазогребневых плит	не рассматривается
	ОА «Гипсобетон», предприятие, Москва	производство пазогребневых плит	не рассматривается
	ООО «КНАУФ ГИПС», Москва	производство строительных материалов, плит	не рассматривается
	ООО «Панельгард», завод, Санкт-Петербург	производство строительных плит и сэндвич-панелей	не рассматривается

На рисунке 17 представлена выбранная для анализа схема комплексной переработки апатитового концентрата. На схеме приведена доля РЗЭ по результатам технологических процессов и этапы, на которых возможно производство строительных материалов.

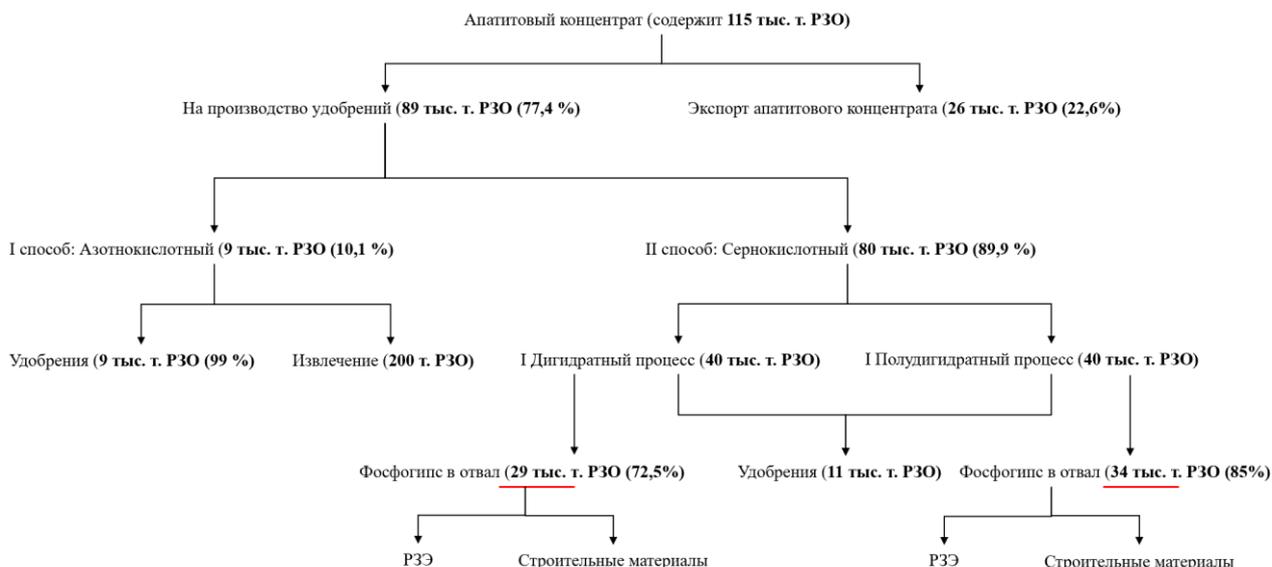


Рисунок 17 - Схема переработки апатитового концентрата

Источник: составлено автором на основе [65]

По данным годовых отчетностей компаний АО «ФосАгро» и АО «СЗФК», в 2022 г. выпуск апатитового концентрата составил 11,5 млн т, из которых 115 тыс. т составили редкоземельные оксиды (РЗО). Согласно схеме переработки, ежегодно совместно с удобрениями теряется 20 тыс. т. РЗО, экспортируется с концентратом 26 тыс. т РЗО. Перспективными для добычи являются 63 тыс. т РЗО, которые сейчас в составе фосфогипса направляются в отвалы.

Переработка фосфогипса может быть масштабирована до уровня накопленных отвалов и объемов постоянного генерирования функционирующими предприятиями (рисунок 18).



1 — Армянский филиал ООО «Титановые инвестиции»; 2 — ООО «ЕвроХим — Белореченские минудобрения»; 3 — ОАО «Гидрометаллургический завод»; 4 — АО «Воскресенские минеральные удобрения»; 5 — ООО «Промышленная группа «Фосфорит»; 6 — Волховский филиал АО «Апатит»; 7 — Балаковский филиал АО «Апатит»; 8 — АО «Апатит»

Рисунок 18 – Карта расположения предприятий РФ, образующих фосфогипс

Источник: [115]

Таким образом, существует достаточная сырьевая база на основе вторичного сырья для создания промышленной интеграции, задачей которой будет комплексная переработка фосфогипса с извлечением РЗЭ и производством строительных материалов.

Следующим этапом исследования является оценка ключевых показателей эффективности проекта создания промышленного симбиоза по комплексной переработке фосфогипса. Однако это не единственная отрасль, где может быть создан такой вид сетевой интеграции. Развитие промышленных симбиозов возможно не только на основе высокотехнологичных отраслей и решения задач импортозамещения, но и на основе сырья, пригодного ко вторичному использованию или переработке. Функционирование промышленного симбиоза позволяет повысить ресурсную эффективность входящих в него предприятий,

стимулировать реализацию проектов устойчивого развития и внедрения «зеленой» экономики.

### 3.2 Оценка проектов формирования промышленных симбиозов по уровню ресурсоэффективного интеграционного взаимодействия предприятий

На основе проведенного обзора отрасли РЗЭ, географии формирования вторичного сырья, содержащего РЗЭ, и на основе выявленных цепочек создания стоимости определено несколько вариантов формирования промышленного симбиоза (рисунок 19).

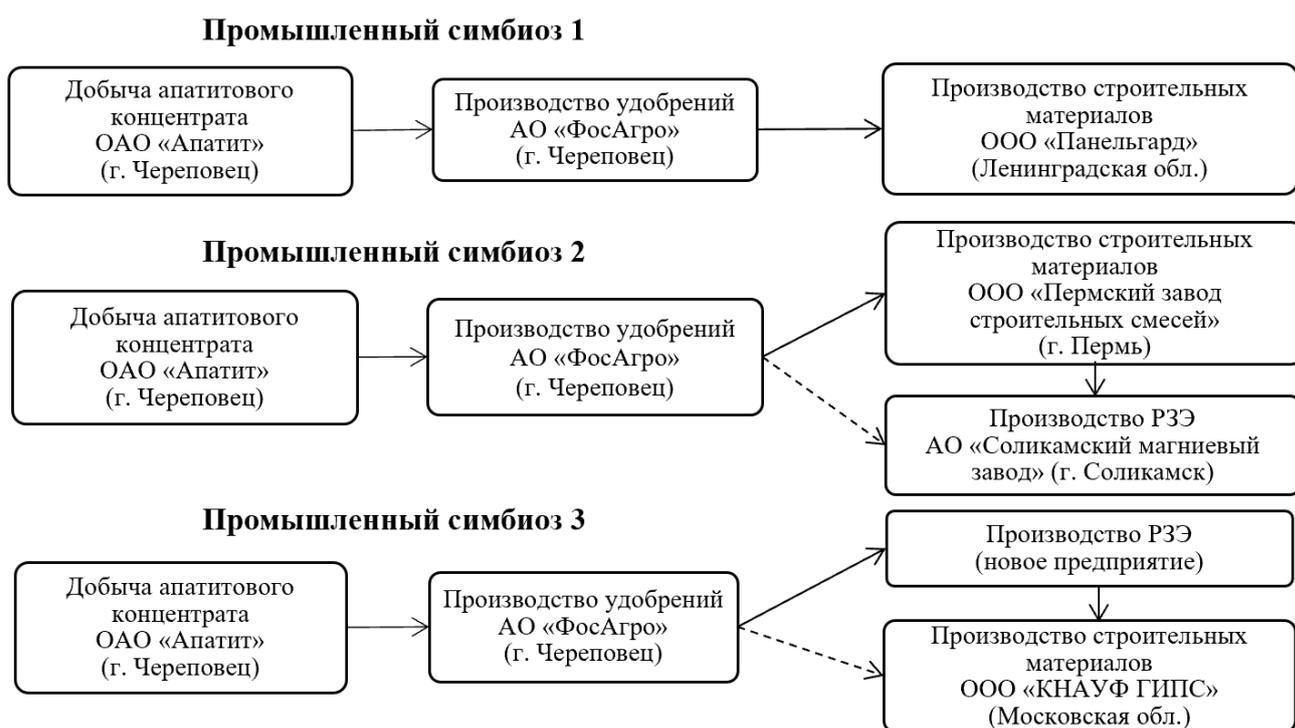


Рисунок 19 – Варианты формирования промышленного симбиоза

Источник: составлено автором

Для создания промышленной интеграции отобрано предприятие ОАО «Апатит», так как оно является основным производителем исходного концентрата для производства удобрений (для АО «ФосАгро»). Данное

предприятие необходимо учитывать при формировании интеграции, так как от стабильности его работы зависят все участники цепочки.

Отобрана компания АО «ФосАгро», которая генерирует фосфогипс, пригодный для вторичного потребления другими отраслями (производством РЗЭ, строительной отрасли, сельским хозяйством и пр.) [31, 33, 73, 108, 110]. Филиалы АО «ФосАгро», являющиеся предприятиями по переработке, расположены в Мурманской, Вологодской, Московской, Саратовской и Ленинградской областях. По месту расположения данных предприятий находятся отвалы фосфогипса, которые являются потенциальным сырьем для вторичного использования. Следующие участники цепочек (предприятия) отобраны с учетом логистической целесообразности создания промышленной интеграции (минимизации затрат на перевозку сырья).

Так как практики применения фосфогипса в строительной отрасли уже существуют [73], в первом варианте решено рассмотреть цепочку по производству строительных материалов. Во втором варианте рассматривается производство РЗЭ на АО «Соликамский магниевый завод», где уже ведется производство концентрата РЗЭ, но из первичного сырья. Третий вариант включает в себя не только цепочку по производству РЗЭ на базе создаваемого предприятия, но и цепочку по производству строительных материалов.

Разработанная в главе 2 методика позволяет производить оценку не только, кластеров, но и промышленных симбиозов. Методика будет применена к расчету эффективности предлагаемых симбиозов на основе цепочек, представленных на рисунке 20.

На первом этапе производится формирование системы сбалансированных показателей (ССП). Выбор показателей основан на ключевых характеристиках действующих промышленных симбиозов [12, 16, 26, 74]. Как было отмечено ранее, сетевые интеграции являются инструментом для обеспечения устойчивого развития. Таким образом, для промышленных симбиозов, как и для кластеров, характерны повышение ресурсной эффективности; разработка и реализация инновационных проектов на основе концепции НДТ; реализация «зеленых»

проектов по снижению НВОС; реализация проектов циркулярной экономики; комплексное использование ресурсов, а также вовлечение вторичных ресурсов в производство.

Формируемая в рамках методики ССП для промышленных симбиозов имеет ряд показателей, идентичных кластерам, но при этом другая часть показателей характеризует специфику промышленного симбиоза. ССП, разработанная для оценки промышленных симбиозов, представлена в таблице 51.

Таблица 51 – Обозначение блоков и критериев промышленных симбиозов

Направление 1. Эффект развития сетевой интеграции	
Блоки	Показатели:
1	2
Б1 Экономический эффект	К1.1 Оценка финансового положения участников (оценивается ликвидность, рентабельность, финансовая устойчивость, динамика прибыли)
	К1.2 Оценка финансовых результатов участников (оценивается зависимость от заемного капитала, покрытие инвестиций, рентабельность собственного капитала)
	К1.3 Добавленная стоимость, создаваемая участниками промышленного симбиоза
	К1.4 Экономия за счет реализации вторичного сырья, за счет снижения затрат на утилизацию отходов
Б2 Социальный эффект	К2.1 Общее количество рабочих мест на предприятиях-участниках промышленного симбиоза
	К2.2 Ориентация на создание высокопроизводительных рабочих мест
	К2.3 Вклад в развитие социальной инфраструктуры региона присутствия
	К2.4 Социальная ответственность
Б3 Экологический эффект	К3.1 Вовлечение вторичных ресурсов в производственную цепочку
	К3.2 Повышение ресурсоэффективности на предприятиях промышленного симбиоза
	К3.3 Наличие у участников создаваемого промышленного симбиоза стратегии развития и опыта реализации экологических проектов
	К3.4 Экологическая грамотность, образовательные программы, повышение квалификации
Б4 Инновационно-технологический эффект	К4.1 Степень импортнезависимости
	К4.2 Нацеленность на реализацию концепции НДТ, в том числе объем понесенных затрат на научные исследования и разработки
	К4.3 Уровень квалификации и интеллектуального потенциала персонала
	К4.4 Ориентированность участников промышленного симбиоза на постоянную технологическую модернизацию

Продолжение таблицы 51

1	2
Б5 Предпринимательский эффект	К5.1 Наличие стратегии и ее соответствие стратегии развития задачам городского, регионального и национального уровня
	К5.2 Цифровая зрелость и информационная безопасность участников промышленного симбиоза, в т.ч. использование инновационных платформенных решений
	К5.3 Наличие каналов сбыта продукции, создаваемой на всех этапах производственного цикла
	К5.4 Деловая репутация и уровень предпринимательской активности участников промышленного симбиоза
Направление 2. Оценка взаимодействия бизнес-партнеров в промышленном симбиозе	
Блок	Показатели:
Уровень взаимодействия бизнес-партнеров в промышленном симбиозе	КВ1.1 Степень активности потенциальных участников промышленного симбиоза в их партнерском взаимодействии
	КВ1.2 Активность предприятий в продвижении передовых производственных технологий и связанных с ними бизнес-моделей
	КВ1.3 Уровень положительной репутации и доверия стейкхолдеров к потенциальным участникам промышленного симбиоза
	КВ1.4 Качественный состав участников создаваемого промышленного симбиоза

На втором этапе осуществляется формирование шкал для отобранных показателей. В связи с отсутствием статистических данных по показателям предлагается их оценивать с привлечением экспертной оценки, кроме показателей К1.1 и К1.2, где оценка возможна на основе открытых данных (отчетности предприятий). Во всех шкалах далее пороговые значения разработаны для оценки текущих характеристик участников, однако для оценки некоторых показателей предусмотрена прогнозная оценка (к примеру, для показателя К1.3 «Добавленная стоимость, создаваемая участниками промышленного симбиоза» присвоение баллов проводится экспертами на основе собственных прогнозных оценок). В разработанных шкалах значение в 3 балла является нормативным (желательным минимальным условием).

Показатель К1.1. Финансовое положение определяется по методике расчета рейтинговой оценки финансового положения и результатов деятельности Авдеева В. Ю. [3-4]. Анализ проводится на основе следующих показателей: коэффициента автономии, соотношения чистых активов и уставного капитала, коэффициента обеспеченности собственными оборотными средствами, коэффициента текущей ликвидности, коэффициента быстрой ликвидности,

коэффициента абсолютной ликвидности. Оценивается каждый участник по динамике показателей за последние 3 года. Определяется среднее значение для всей интеграции.

Показатель К1.2 Финансовые результаты (эффективность) каждого из участников объединения также оценивается по указанной выше методике [3-4]. Оценка проводится на основе таких показателей, как рентабельность собственного капитала, рентабельность активов, рентабельность продаж (по валовой прибыли), динамика выручки, оборачиваемость оборотных средств, соотношение прибыли от прочих операций и выручки от основной деятельности. Оценивается каждый участник по динамике показателей за последние 3 года. Определяется среднее значение для всей интеграции.

Шкала перевода количественной оценки в качественную для К1.1 и К1.2 представлена в таблице 52 (на основе методики Авдеева В. Ю. [3-4]).

Таблица 52 – Шкала оценки К1.1, К1.2

Результат оценки среднего значения рейтингового показателя финансового положения и финансовых результатов участников промышленного симбиоза	Балл
от 1,3 до 2,00	5
от 0,7 до 1,3	4
от 0 до 0,7	3
от -0,7 до 0	2
от -1,3 до -0,7	1
от -2,00 до -1,3	0

Показатель К1.3. Оценивается добавленная стоимость, создаваемая участниками промышленного симбиоза. Показатель отражает в стоимостном выражении объем той продукции, который создается внутри интеграции (от взаимодействия бизнес-партнеров). Оцениваются потоки вторичного сырья, энергии и пр., а также их достаточность и стабильность в прогнозе. При успешном функционировании показатель должен увеличиваться, характеризуя успех реализации проектов в коммерческом выражении и тем самым повышение финансовой стабильности участников. Шкала приведена в таблице 53.

Таблица 53– Шкала оценки К1.3

Результат оценки	Балл
Прогнозный прирост добавленной стоимости, создаваемой участниками промышленного кластера, составляет более 12% ежегодно.	5
Прогнозный прирост добавленной стоимости, создаваемой участниками промышленного кластера, составляет 9–12% ежегодно.	4
Прогнозный прирост добавленной стоимости, создаваемой участниками промышленного кластера, составляет 6–9% ежегодно.	3
Прогнозный прирост добавленной стоимости, создаваемой участниками промышленного кластера, составляет 3–6% ежегодно.	2
Прогнозный прирост добавленной стоимости, создаваемой участниками промышленного кластера, составляет 0–3% ежегодно.	1
Динамика добавленной стоимости, создаваемой участниками промышленного кластера отрицательна.	0

Показатель К1.4. Оценивается экономия за счет реализации вторичного сырья, снижения затрат на утилизацию отходов, за счет снижения затрат и на закупку первичного сырья. Учитываются все виды экономии для участников. Шкала для оценки приведена в таблице 54.

Таблица 54 – Шкала оценки К1.4

Результат оценки	Балл
Реализация вторичного сырья в промышленном симбиозе позволяет получить значительную экономию для всех участников интеграции	5
Реализация вторичного сырья в промышленном симбиозе касается большей части участников объединения и при этом позволяет им получить значительную экономию за счет обмена вторичным сырьем	4
Реализация вторичного сырья в промышленном симбиозе касается половины участников объединения и при этом позволяет им получить экономию за счет обмена вторичным сырьем	3
Реализация вторичного сырья в промышленном симбиозе касается меньшей части участников объединения и при этом позволит им получить экономию за счет обмена вторичным сырьем	2
Реализация вторичного сырья в промышленном симбиозе касается меньшей части участников объединения и при этом позволит получить только незначительную экономию за счет обмена вторичным сырьем	1
Реализация вторичного сырья не формирует экономию ни для одного из участников	0

Показатель К2.1. Проводится оценка прогнозного изменения общего количества рабочих мест на предприятиях-участниках промышленного симбиоза. Увеличение показателя положительно сказывается на социальном развитии регионов присутствия: снижается социальная напряженность, сокращается уровень бедности, улучшается функционирование городов и

региона в целом и пр. Показатель определяется как прирост количества рабочих мест при создании и развитии интеграции и отражает вклад в снижение безработицы. Шкала для оценки приведена в таблице 55.

Таблица 55 – Шкала оценки К2.1

Результат оценки	Балл
Прирост количества рабочих мест составляет более 8% ежегодно	5
Прирост количества рабочих мест увеличивается на 6–8% ежегодно	4
Прирост количества рабочих мест увеличивается на 4–6% ежегодно	3
Прирост количества рабочих мест увеличивается на 2–4% ежегодно	2
Прирост количества рабочих мест увеличивается на 0–2% ежегодно	1
Прирост количества рабочих мест отрицательный	0

Показатель К2.2. Ориентация на создание высокопроизводительных рабочих мест (ВПРМ) может быть оценена по приросту ВПРМ, а также на основе данных по финансированию программ переподготовки сотрудников. Может быть оценена на основании расчета показателя «Прирост ВПРМ в процентах к предыдущему году» [83]:

$$l = \frac{X_i - X_{i-1}}{X_{i-1}} * 100, \quad (4)$$

где  $l$  - прирост (снижение) высокопроизводительных рабочих мест, %;

$X_i$  - число ВПРМ в отчетном году;

$X_{i-1}$  - число ВПРМ в предыдущем году.

Также может быть рассчитан:

$$I_k = \frac{Z_o}{Ч_{сс}}, \quad (5)$$

где  $I_k$  – индекс кадрового обучения по инновационной деятельности;

$Ч_{сс}$  – Среднесписочная численность предприятия, чел.;

$Z_o$  – затраты на обучение и подготовку персонала, связанные с инновационной деятельностью.

Данные показатели рассчитываются по каждому участнику объединения. Проводится анализ инвестиционной политики участников, и, согласно таблице 56, осуществляется назначение балла для всей интеграции.

Таблица 56 – Шкала оценки К2.2

Результат оценки	Балл
Все участники интеграции инвестируют в создание ВРПМ, переподготовку персонала, улучшение условий труда. При создании интеграции прогнозируется значительный рост ВРПМ	5
Большая часть участников интеграции инвестируют в создание ВРПМ, переподготовку персонала, улучшение условий труда. При создании интеграции прогнозируется рост ВРПМ	4
Половина участников интеграции инвестируют в создание ВРПМ, переподготовку персонала, улучшение условий труда. При создании интеграции прогнозируется рост ВРПМ	3
Меньшая часть участников интеграции инвестируют в создание ВРПМ, переподготовку персонала, улучшение условий труда. При создании интеграции прогнозируется незначительный рост ВРПМ	2
Только единичные предприятия инвестируют в создание ВРПМ; переподготовку персонала; улучшение условий труда. При создании интеграции прогнозируется незначительный рост ВРПМ	1
Предприятия не инвестируют в создание ВРПМ; переподготовку персонала; улучшение условий труда	0

Показатель К2.3. Вклад в развитие социальной инфраструктуры региона присутствия определяется для всей промышленной интеграции. Проводится оценка вклада участников объединения в развитие социальной инфраструктуры региона присутствия. Данный показатель оценивается качественно на основе анализа проектов по благоустройству (строительства садов, школ и пр.). Учитываются проекты по дорожному благоустройству, озеленению, тепло- и электроснабжению, обращению с отходами и пр. Вклад оценивается у всех участников интеграции согласно шкале в таблице 57.

Таблица 57 – Шкала оценки К2.3

Результат оценки	Балл
1	2
Все участники активно инвестируют или участвуют в проектах по созданию и развитию инфраструктуры территорий присутствия. При создании интеграции данная тенденция не нарушится	5
Подавляющая часть участников активно инвестируют или участвуют в проектах по созданию и развитию инфраструктуры территорий присутствия. При создании интеграции данная тенденция сохранится	4
Большая часть участников активно инвестируют или участвуют в проектах по созданию и развитию инфраструктуры территорий присутствия. При создании интеграции данная тенденция сохранится	3

Продолжение таблицы 57

1	2
Половина участников инвестируют или участвуют в проектах по созданию и развитию инфраструктуры территорий присутствия. При создании интеграции данная тенденция сохранится	2
Меньшая часть участников инвестируют или участвуют в проектах по созданию и развитию инфраструктуры территорий присутствия. При создании интеграции данная тенденция сохранится	1
Никто из участников не инвестирует или не участвует в проектах по созданию и развитию инфраструктуры территорий присутствия. При создании интеграции данная тенденция не изменится	0

Показатель К2.4. Проводится оценка социальной ответственности участников промышленной интеграции. Данный показатель оценивается качественно. Вклад в социальное развитие может учитываться через социальные региональные и городские проекты, через корпоративную социальную ответственность и условия труда. Показатель оценивается согласно шкале в таблице 58.

Таблица 58 – Шкала оценки К2.4

Результат оценки	Балл
Все участники интеграции уже активно инвестируют в социальные проекты регионов присутствия или участвуют в них, имеют отличные условия труда. При создании интеграции данная тенденция сохранится	5
Большая часть участников потенциальной интеграции уже активно инвестируют в социальные проекты регионов присутствия или участвуют в них, имеют отличные условия труда. При создании интеграции данная тенденция сохранится	4
Около половины участников интеграции уже активно инвестируют в социальные проекты регионов присутствия, имеют отличные условия труда. При создании интеграции данная тенденция сохранится	3
Меньшая часть участников интеграции активно инвестируют в социальные проекты регионов присутствия, имеют хорошие условия труда. При создании интеграции данная тенденция сохранится	2
Малая часть участников интеграции активно инвестируют в социальные проекты регионов присутствия, имеют хорошие условия труда. При создании интеграции данная тенденция сохранится	1
Участники интеграции не инвестируют в социальные проекты регионов присутствия, и не имеют хороших условий труда. При создании интеграции данная тенденция сохранится	0

Показатель К3.1. Определяется степень вовлечения вторичных ресурсов. Может оцениваться для всей производственной цепочки или для отдельных участников объединения. Для отдельных участников показателем является снижение объемов образования отходов. Для производственной цепочки

создания стоимости может быть рассчитано посредством оценки доли вовлечения вторичного сырья в качестве исходного:

$$BP = \frac{m1}{m1+m2} * 100, \quad (6)$$

BP – доля возврата ресурсов в оборот, %;

m1 – масса повторно используемого ресурса, т;

m2 – масса потребляемого ресурса первично, т.

$$R = \frac{V_{отх}}{V_{пр}} * 100, \quad (7)$$

R – отходоёмкость, %;

V<sub>отх</sub> - объем образовавшихся отходов;

V<sub>пр</sub> - объем производства.

Для создаваемых интеграций показатель оценивается на основе прогнозов.

Шкала для оценки приведена в таблице 59.

Таблица 59 – Шкала оценки показателя К3.1

Результат оценки	Балл
При создании интеграции вовлекаются вторичные ресурсы, и объем вовлечения составляет максимум для технологического процесса. Объем образуемых отходов сокращается на единицу произведенной продукции за счет модернизации	5
При создании интеграции вовлекаются вторичные ресурсы, и объем вовлечения составляет максимум для технологического процесса, однако объем образуемых отходов значительно не сокращается. Осуществляется модернизация.	4
При создании интеграции вовлекаются вторичные ресурсы, и объем вовлечения будут меньше возможного уровня вовлечения для технологического процесса. Объем образуемых отходов на единицу произведенной продукции сокращается незначительно. Модернизация не предусмотрена.	3
Участники объединения вовлекаются вторичные ресурсы в технологический процесс, но объем вовлечения незначительный, объем образуемых отходов не сокращается на единицу произведенной продукции.	2
Участники объединения не вовлекают вторичные ресурсы. Объем образуемых отходов не увеличивается на единицу произведенной продукции.	1
Участники объединения не вовлекают вторичные ресурсы. Объем образуемых отходов увеличивается на единицу произведенной продукции.	0

Показатель К3.2. Повышение ресурсоэффективности на предприятиях промышленного симбиоза может определяться как для участников объединения в целом, так и для применяемых технологий отдельно через сопоставление

показателей потребления ресурсов с данными в ИТС по НДТ. Ресурсоемкость оценивается для отдельных видов сырья, интегральное значение для всей производственной цепочки рассчитывается по следующей зависимости:

$$P = \frac{\sum_i VR_i}{Q}, \quad (8)$$

где  $P$  – ресурсоемкость, уд. ед.;

$i$  – вид производимой продукции;

$VR_i$  – объем расхода ресурсов по видам, т;

$Q$  – объем производства, т.

$$\mathcal{E} = \frac{E}{Q}, \quad (9)$$

$\mathcal{E}$  – показатель энергоемкости, кВт/т;

$E$  – объем затрачиваемой энергии, кВт;

$Q$  – объем производства, т.

Также оценка возможна на основе шкалы в таблице 60.

Таблица 60 – Шкала оценки показателя КЗ.2

Результат оценки	Балл
1	2
При создании интеграции участники объединения вовлекают первичные ресурсы, и объем вовлечения составляет максимум для технологического процесса без потери качества. Показатели потребления ресурсов, энергии и образования выбросов соответствуют передовым технологиям (лучше предельных значений, установленных в ИТС по НДТ).	5
При создании интеграции участники объединения вовлекают первичные ресурсы, и объем вовлечения не составляет минимума для технологического процесса без потери качества. Показатели потребления ресурсов, энергии и образования выбросов соответствуют передовым технологиям, установленным в ИТС по НДТ.	4
При создании интеграции участники объединения вовлекают первичные ресурсы, и объем вовлечения не составляет минимума для технологического процесса без потери качества. Показатели потребления ресурсов, энергии и образования выбросов не соответствует передовым технологиям, установленным в ИТС по НДТ.	3

Продолжение таблицы 60

1	2
При создании интеграции участники объединения не вовлекают вторичные ресурсы. Показатели потребления ресурсов, энергии и образования выбросов не соответствуют передовым технологиям, установленным в ИТС по НДТ, но осуществляется модернизация и инвестирование в развитие технологий.	2
При создании интеграции участники объединения вовлекают первичные ресурсы, и объем вовлечения не составляет минимума для технологического процесса без потери качества. Показатели потребления ресурсов, энергии и образования выбросов не соответствуют передовым технологиям, установленным в ИТС по НДТ.	1
Участники объединения не вовлекают вторичные ресурсы.	0

Показатель К3.3. По данному показателю у участников создаваемого промышленного симбиоза оцениваются опыт и стремление к реализации экологических проектов. У всех потенциальных участников определяется наличие стратегии развития проектов по вторичному использованию ресурсов или исследований по их применению. Шкала для оценки приведена в таблице 61.

Таблица 61 – Шкала оценки показателя К3.3

Результат оценки	Балл
У всех участников интеграции в стратегии развития есть проекты по вторичному использованию ресурсов или исследования по их применению. Инвестиции в НИР и НИОКР по использованию вторичных ресурсов осуществляются.	5
У большей части участников интеграции в стратегии развития есть проекты по вторичному использованию ресурсов или исследования по их применению. Инвестиции в НИР и НИОКР по использованию вторичных ресурсов осуществляются.	4
У половины участников интеграции в стратегии развития есть проекты по вторичному использованию ресурсов или исследования по их применению. Инвестиции в НИР и НИОКР по использованию вторичных ресурсов осуществляются.	3
У меньшей части участников интеграции в стратегии развития есть проекты по вторичному использованию ресурсов или исследования по их применению. Инвестиции в НИР и НИОКР по использованию вторичных ресурсов осуществляются.	2
Только у нескольких участников интеграции в стратегии развития есть проекты по вторичному использованию ресурсов или исследования по их применению. Инвестиции в НИР и НИОКР по использованию вторичных ресурсов не осуществляются.	1
Интеграция основана на использовании первичных ресурсов.	0

Показатель К3.4. Оценивается работа над повышением экологической грамотности сотрудников и населения, взаимодействием с вузами в области

формирования компетенций «зеленой» экономики. Формирование экологической грамотности является целесообразным для решения экологических проблем, улучшения состояния окружающей среды, повышения качества жизни. Оценивается у всех участников создаваемой интеграции. Шкала приведена в таблице 62.

Таблица 62 – Шкала оценки К3.4

Результат оценки	Балл
Все участники создаваемого промышленного симбиоза проводят повышение квалификации сотрудников, взаимодействуют с образовательными учреждениями в области экологического просвещения будущих кадров.	5
Большая часть участников создаваемого промышленного симбиоза проводят повышение квалификации сотрудников, взаимодействуют с образовательными учреждениями в области экологического просвещения будущих кадров.	4
Половина участников создаваемого промышленного симбиоза проводят повышение квалификации сотрудников, взаимодействуют с образовательными учреждениями в области экологического просвещения будущих кадров.	3
Меньшая часть участников создаваемого промышленного симбиоза проводят повышение квалификации сотрудников, взаимодействуют с образовательными учреждениями в области экологического просвещения будущих кадров.	2
Несколько участников создаваемого промышленного симбиоза проводят повышение квалификации сотрудников, взаимодействуют с образовательными учреждениями в области экологического просвещения будущих кадров.	1
Работа в данном направлении не ведется.	0

Показатель 4.1. Определяется степень импортонезависимости программного обеспечения (ПО) и оборудования. Она может быть определена через оценку потенциальных участников объединения:

$$I_{\text{ПОТО}} = \frac{K_0}{K}, \quad (10)$$

$I_{\text{ПОТО}}$  – импортонезависимость ПО, техники и оборудования;

$K_0$  – стоимость ПО, техники и оборудования отечественной разработки среди участников объединения;

$K$  – стоимость ПО, техники и оборудования участников объединения.

Предлагается оценку проводить на основе таблицы 63.

Таблица 63 – Шкала оценки К4.1

Результат оценки	Балл
Все участники объединения импортонезависимы от ПО и оборудования.	5
Среди участников присутствуют импортозависимые от ПО и оборудования. Доля импортонезависимости более 80%.	4
Среди участников присутствуют импортозависимые от ПО и оборудования. Доля импортонезависимости 60–80%.	3
Среди участников присутствуют импортозависимые от ПО и оборудования. Доля импортонезависимости 40–60%.	2
Среди участников присутствуют импортозависимые от ПО и оборудования. Доля импортонезависимости 20–40%.	1
Среди участников доля импортонезависимости менее 20%.	0

Показатель К4.2. Определяется нацеленность участников оцениваемого промышленного симбиоза на реализацию концепции НДТ. Регулярные инвестиции в проекты по внедрению технологий из справочников НДТ отражают технологическое переоснащение участников интеграции с учетом ориентации на современные технологии, которые позволяют повысить ресурсную эффективность промышленных предприятий и снизить НВОС. Если участники активно инвестируют в данные направления, то эффективность создаваемого симбиоза увеличивается. Предлагается оценивать на основе таблицы 64.

Таблица 64 – Шкала оценки К4.2

Результат оценки	Балл
Все участники интеграции ежегодно направляют инвестиции на модернизацию технологий, позволяющих осуществить переход на лучшие практики или создать собственные передовые технологии.	5
Большая часть участников интеграции направляют инвестиции на модернизацию технологий, позволяющих осуществить переход на лучшие практики или создать собственные передовые технологии.	4
Около половины участников интеграции направляют инвестиции на модернизацию технологий, позволяющих осуществить переход на лучшие практики или создать собственные передовые технологии с учетом снижения негативного воздействия на экологию, а остальные нацелены на совместное участие в данных проектах.	3
Меньшая часть участников интеграции направляют инвестиции на модернизацию технологий, позволяющих осуществить переход на лучшие практики или создать собственные передовые технологии.	2
Несколько участников интеграции направляют инвестиции на модернизацию технологий, позволяющих осуществить переход на лучшие практики или создать собственные передовые технологии.	1
Участники интеграции не направляют инвестиции на модернизацию технологий, позволяющих осуществить переход на лучшие практики или создать собственные передовые технологии.	0

Показатель К4.3. Оценивается уровень квалификации и интеллектуального потенциала у участников промышленного симбиоза, так как стабильное кадровое развитие позволяет осуществлять непрерывное создание и внедрение инноваций, их коммерциализацию и масштабирование на рынке. Оценивается на основе шкалы таблицы 65.

Таблица 65 – Шкала оценки К4.3

Результат оценки	Балл
Кадровый состав участников сбалансирован и позволяет выполнять все необходимые задачи. Производится постоянное обучение в области повышения квалификации. Кадровый состав способен работать над исследованиями и разработками, замотивирован в повышении эффективности деятельности участников объединения.	5
Кадровый состав участников сбалансирован и позволяет выполнять все необходимые задачи. Производится постоянное обучение в области повышения квалификации. Кадровый состав способен работать над исследованиями и разработками, но не замотивирован в повышении эффективности деятельности участников объединения.	4
Кадровый состав участников сбалансирован и позволяет выполнять все необходимые задачи. Постоянное обучение в области повышения квалификации не проводится, кадровый состав не способен работать над исследованиями и разработками, не замотивирован в повышении эффективности деятельности участников объединения.	3
Кадровый состав участников не сбалансирован и не позволяет выполнять все необходимые задачи. Производится постоянное обучение в области повышения квалификации, но кадровый состав не способен работать над исследованиями и разработками, хотя замотивирован в повышении эффективности деятельности участников объединения.	2
Кадровый состав участников не сбалансирован и не позволяет выполнять все необходимые задачи. Производится постоянное обучение в области повышения квалификации, но кадровый состав не способен работать над исследованиями и разработками, не замотивирован в повышении эффективности деятельности участников объединения.	1
Значительный «кадровый голод»	0

Показатель К4.4. Ориентация участников промышленного симбиоза на постоянную технологическую модернизацию определяется для участников на основе анализа используемых технологий и планов по их модернизации. Позволяет комплексно использовать ресурсы и получать эффекты от технологических процессов в случае использования современных технологий. Оценивается на основе шкалы таблицы 66.

Таблица 66 – Шкала оценки К4.4

Результат оценки	Балл
Вложения у всех участников интеграции в технологическую модернизацию постоянны и позволяют использовать современные технологии.	5
Вложения в технологическую модернизацию постоянны у большей части участников интеграции и позволяют им использовать современные технологии.	4
Вложения в технологическую модернизацию постоянны у половины участников интеграции и позволяют им использовать современные технологии.	3
Вложения в технологическую модернизацию постоянны у меньшей части участников интеграции и позволяют им использовать современные технологии.	2
Вложения в технологическую модернизацию не постоянны у участников интеграции и не позволяют им полностью использовать современные технологии.	1
Вложения у всех участников в технологическую модернизацию отсутствуют. Используются устаревшие технологии.	0

Показатель К5.1. Наличие стратегии и соответствие стратегии развития промышленного симбиоза задачам городского, регионального и национального уровня. Показатель характеризует вклад интеграции в достижение показателей развития выше, чем на уровне объединения. Определяется для всей интеграции на основе шкалы в таблице 67.

Таблица 67 – Шкала оценки К5.1

Результат оценки	Балл
Значительный вклад и соответствие стратегии создаваемой промышленной интеграции стратегиям развития города, отрасли, региона, страны. Вклад в реализацию ЦУР.	5
Значительный вклад и соответствие стратегии создаваемой промышленной интеграции стратегиям развития города, отрасли, региона. Вклад в реализацию ЦУР.	4
Значительный вклад и соответствие стратегии создаваемой промышленной интеграции стратегиям развития города, отрасли. Вклад в реализацию ЦУР.	3
Значительный вклад и соответствие стратегии создаваемой промышленной интеграции стратегиям развития города или отрасли. Вклад в реализацию ЦУР.	2
Функционирование промышленной интеграции только для собственных целей.	1
Отсутствует вклад и соответствие промышленной интеграции стратегиям развития города, отрасли, региона, страны.	0

Показатель К5.2. Цифровая зрелость и информационная безопасность участников промышленного симбиоза, в т.ч. использование инновационных платформенных решений. Оценивается использование цифровых платформ для сбыта вторичного сырья и взаимодействия внутри промышленного симбиоза без

нарушения безопасности участников. Использование платформенных решений является эффективным инструментом достижения устойчивого развития. Платформы позволяют объединять компании, заинтересованные в устойчивом развитии, оптимизировать их процессы. Дают возможность создавать сообщества по обмену опытом, знаниями и ускоренно формировать договоры по обмену вторичным сырьем. Использование платформенных решений внутри интеграции позволяет ускорить и упростить процесс интеграции, снизить затраты, оптимизировать использование ресурсов, обеспечивает адаптивность к внешним и внутренним вызовам. Шкала приведена в таблице 68.

Таблица 68 – Шкала оценки К5.2

Результат оценки	Балл
Все участники интеграции связаны платформой для взаимодействия внутри промышленного симбиоза. Основные и вторичные ресурсы максимально используются в текущих условиях. Ведется работа по поиску новых ресурсоэффективных технологий. Промышленный симбиоз взаимодействует с внешними участниками через платформы сбыта вторичного сырья.	5
Все участники интеграции связаны платформой для взаимодействия внутри промышленного симбиоза. Основные и вторичные ресурсы используются не максимально в текущих условиях. Ведется работа по поиску новых ресурсоэффективных технологий. Промышленный симбиоз взаимодействует с внешними участниками через платформы сбыта вторичного сырья.	4
Некоторые участники интеграции связаны платформой для взаимодействия внутри промышленного симбиоза. Основные и вторичные ресурсы используются не максимально в текущих условиях. Несколько участников ведут работу по поиску новых ресурсоэффективных технологий. Промышленный симбиоз взаимодействует с некоторыми внешними участниками через платформы сбыта вторичного сырья.	3
Некоторые участники интеграции связаны платформой для взаимодействия внутри промышленного симбиоза. Основные и вторичные ресурсы используются плохо в текущих условиях, хотя несколько участников ведут работу по поиску новых ресурсоэффективных технологий. Промышленный симбиоз не взаимодействует с внешними участниками через платформы сбыта вторичного сырья.	2
Участники интеграции не связаны платформой для взаимодействия внутри промышленного симбиоза. Основные и вторичные ресурсы используются малоэффективно в текущих условиях. Промышленный симбиоз не взаимодействует с внешними участниками через платформы сбыта вторичного сырья.	1
Участники интеграции не связаны платформой для взаимодействия внутри промышленного симбиоза. Основные и вторичные ресурсы используются малоэффективно в текущих условиях. Промышленный симбиоз не взаимодействует с внешними участниками через платформы сбыта вторичного сырья.	0

Показатель К5.3. Оцениваются каналы сбыта продукции на всех этапах производственного цикла, а именно: есть ли они у промышленного симбиоза, удовлетворяет ли производимая продукция требованиям со стороны спроса. Оценивается на основе шкалы таблицы 69.

Таблица 69 – Шкала оценки К5.3

Результат оценки	Балл
Рынок вторичного сырья не насыщен со стороны предложения. Продукция, производимая на всех этапах производственного цикла, имеет высокий спрос.	5
Для создаваемого промышленного симбиоза большая часть продукции, производимой на различных этапах производственного цикла, будет иметь рынок сбыта и соответствующий спрос. Каналы сбыта развиты.	4
Для создаваемого промышленного симбиоза около половины вторичной продукции, производимой на различных этапах производственного цикла, будет иметь рынок сбыта и соответствующий спрос. Каналы сбыта могут быть улучшены.	3
Для создаваемого промышленного симбиоза меньше половины вторичной продукции, производимой на различных этапах производственного цикла, будет иметь рынок сбыта и соответствующий спрос. Каналы сбыта требуют улучшений.	2
Для создаваемого промышленного симбиоза малая часть вторичной продукции, производимой на различных этапах производственного цикла, будет иметь рынок сбыта и соответствующий спрос. Каналы сбыта требуют значительных улучшений.	1
Для создаваемого промышленного симбиоза вторичное сырье не имеет спроса на рынке.	0

Показатель К5.4. Оценивается репутация кластера и уровень предпринимательской активности по таким направлениям оценки, как имидж, история, средства, достоверность, кадры, количество лет на рынке, ритмичность работы, выполнение договоров в срок, отзывы заказчиков, привлечения в качестве ответчика в судебных исках, количество нарушений и их устранение, а также активность в мероприятиях по развитию партнерского взаимодействия и пр. Оценивается на основе шкалы в таблице 70.

Таблица 70 – Шкала оценки К5.4

Результат оценки	Балл
Репутация и предпринимательская активность всех участников отличная	5
Репутация и предпринимательская активность большей части участников отличная	4
Репутация и предпринимательская активность участников хорошая	3
Репутация и предпринимательская активность большей части участников хорошая	2
Репутация и предпринимательская активность участников удовлетворительная	1
Репутация и предпринимательская активность участников неудовлетворительная	0

Показатель КВ1.1. Оценивается степень активности потенциальных участников промышленного симбиоза в их взаимодействии, а именно: выстроены ли связи между участниками объединения (насколько участники связаны информационными потоками о потребностях; налажена ли связь между кадрами, ответственными за коммуникацию внутри промышленного симбиоза; совпадают ли производственные стратегии и стратегии развития каждого участника и пр.). Оценивается динамика уже имеющихся договоров о сотрудничестве. Шкала для оценки приведена в таблице 71.

Таблица 71 – Шкала оценки КВ1.1

Результат оценки	Балл
Степень активности участников промышленного симбиоза в их взаимодействии отличная, все информационные потоки налажены без нарушения безопасности. Имеются все инструменты, позволяющие решать задачи объединения. Ведется дальнейшее совершенствование информационного обмена и систем безопасности.	5
Степень активности участников промышленного симбиоза в их взаимодействии хорошая, все информационные потоки налажены без нарушения безопасности. Имеются хорошие инструменты, позволяющие решать основные задачи объединения, но требуют незначительного совершенствования. Ведется дальнейшее совершенствование информационного обмена и систем безопасности.	4
Степень активности участников промышленного симбиоза в их взаимодействии удовлетворительная, все информационные потоки налажены, но присутствует риск нарушения безопасности. Имеются удовлетворительные инструменты, позволяющие решать основные задачи объединения, но требуют совершенствования. Ведется дальнейшее совершенствование информационного обмена и систем безопасности.	3
Степень активности участников промышленного симбиоза в их взаимодействии неудовлетворительная, информационные потоки необходимо выстраивать. Имеются единичные связи (инструменты), позволяющие решать основные задачи объединения, но они также требуют совершенствования. Работа над развитием информационных потоков начата.	2
Степень активности участников промышленного симбиоза в их взаимодействии неудовлетворительная, информационные потоки необходимо выстраивать. Имеются единичные связи (инструменты), позволяющие решать основные задачи объединения, но они также требуют совершенствования. Работа над развитием информационных потоков не планируется.	1
Участники промышленного симбиоза изолированы. Нет налаженных информационных потоков обмена данными.	0

Показатель КВ1.2. Оценивается активность предприятия в продвижении передовых производственных технологий и связанных с ними бизнес-моделей (в том числе участие в международных и всероссийских мероприятиях, форумах,

конкурсах, участие в программах по снижению количества образуемых отходов).

Шкала для оценки приведена в таблице 72.

Таблица 72 – Шкала оценки КВ1.2

Результат оценки	Балл
Участвует за рубежом и в России. Открывает свои достижения и разработки для распространения и развития.	5
Участвует за рубежом и в России. Открывает свои достижения и разработки для предоставления в пользование.	4
Участвует на национальном уровне. Открывает свои достижения и разработки для распространения и развития национального суверенитета.	3
Участвует на национальном уровне. Открывает свои достижения и разработки для получения коммерческой выгоды.	2
О своих передовых технологиях говорит только с целью рекламы и с целью собственного позиционирования.	1
Не участвует.	0

Показатель КВ1.3. Показатель отражает наличие положительной репутации и доверия между участниками промышленного симбиоза, а также со стороны внешних стейкхолдеров, взаимодействующих с участниками промышленного симбиоза. Шкала приведена в таблице 73.

Таблица 73 – Шкала оценки КВ1.3

Результат оценки	Балл
Уровень репутации и доверия между участниками промышленного симбиоза и со стороны внешних стейкхолдеров отличный. Договоры не нарушались, участники не выступали ответчиками в судебных делах.	5
Уровень репутации и доверия между участниками промышленного симбиоза и со стороны внешних стейкхолдеров хороший. Договоры незначительно нарушались, участники редко выступали ответчиками в судебных делах.	4
Уровень репутации и доверия между участниками промышленного симбиоза и со стороны внешних стейкхолдеров удовлетворительный. Договоры незначительно нарушались, участники периодически выступали ответчиками в судебных делах.	3
Уровень репутации и доверия между участниками промышленного симбиоза и со стороны внешних стейкхолдеров неудовлетворительный. Договоры зачастую нарушались, участники постоянно выступают ответчиками в судебных делах.	2
Уровень репутации низкий и отсутствует доверие как между участниками промышленного симбиоза, так и со стороны внешних стейкхолдеров. Краткосрочные проекты.	1
Между участниками постепенно прекращается сотрудничество из-за низкого доверия и репутации.	0

Показатель KB1.4. Данный показатель отражает качественный состав участников промышленного симбиоза, а именно: все ли виды производимых отходов направляются в рамках промышленного симбиоза; будут ли вовлечены в его деятельность участники из различных групп принадлежности (научные и образовательные организации, промышленные организации, малый и средний бизнес, участники по созданию инфраструктуры и пр.). Привлечение максимально возможного числа участников, заинтересованных в создании промышленного симбиоза, позволяет наиболее эффективно распределить ресурсы и получить выгоду от взаимодействия. Шкала приведена в таблице 74.

Таблица 74 – Шкала оценки KB1.4

Результат оценки	Балл
В состав промышленного симбиоза войдут все возможные, на момент оценки, участники по потреблению вторичного сырья. Налажено взаимодействие с участниками по созданию инфраструктуры, научными и образовательными организациями и пр.	5
В состав промышленного симбиоза войдут основные, но не все возможные участники для максимального использования вторичного сырья с учетом имеющихся технологий. Налажено взаимодействие с участниками по созданию инфраструктуры, научными и образовательными организациями и пр.	4
В состав промышленного симбиоза войдут несколько участников, причем у них развито взаимодействие внутри. Отмечается несбалансированность обмена вторичным сырьем. Активно развито взаимодействие с участниками по созданию инфраструктуры, научными и образовательными организациями и пр. Возможно привлечение еще нескольких потребителей вторичного сырья.	3
В состав промышленного симбиоза войдут несколько участников, причем у них не развито взаимодействие внутри. Отмечается несбалансированность обмена вторичным сырьем. Слабо развито взаимодействие с участниками по созданию инфраструктуры, научными и образовательными организациями и пр. Возможно привлечение еще нескольких потребителей вторичного сырья.	2
В состав промышленного симбиоза входят два предприятия.	1
Предприятие не имеет потребителей вторичного сырья.	0

На третьем этапе выполнения расчетов по оценке эффективности сетевых интеграций проводится попарное сравнение показателей, рассчитываются значения весовых коэффициентов и осуществляется проверка согласованности полученных оценок.

Для определения НВП необходимым условием корректности расчета является наличие согласованности матриц попарного сравнения. В таблицах с 75

по 80 приведены результаты попарных сравнений оценок показателей, результаты проверки согласованности и НВП.

Таблица 75 – Результаты проверки согласованности и НВП по Б1

Б1	К1.1	К1.2	К1.3	К1.4	$A_i$ (формула 2)	НВП $_i$ (формула 4)
К1.1	1	2	1/3	1/3	0,69	0,15
К1.2	1/2	1	1/3	1/3	0,49	0,10
К1.3	3	3	1	1/2	1,46	0,31
К1.4	3	3	2	1	2,06	0,44
Сумма	7,50	9,00	3,67	2,17	-	1,00
S (формула 3)					4,69	
$\lambda_{max}$ (формула 5)					4,12	
$I_{согл.}$ (формула 6)					0,04	
$O_{согл.}$ (формула 7)					4,49%	

По результатам анализа оценок показателей Б1 (таблица 75), отношение согласованности составило 4,49%, что меньше 15% и свидетельствует о согласованности оценок.

Таблица 76 – Результаты проверки согласованности и НВП по Б2

Б1	К1.1	К1.2	К1.3	К1.4	$A_i$ (формула 2)	НВП $_i$ (формула 4)
К1.1	1	1	1/3	1/3	0,58	0,11
К1.2	1	1	1/5	1/3	0,51	0,10
К1.3	3	5	1	5	2,94	0,57
К1.4	3	3	1/5	1	1,16	0,22
Сумма	8,00	10,00	1,73	6,67	-	1,00
S (формула 3)					5,19	
$\lambda_{max}$ (формула 5)					4,34	
$I_{согл.}$ (формула 6)					0,11	
$O_{согл.}$ (формула 7)					12,69%	

По результатам анализа оценок показателей Б2 (таблица 76), отношение согласованности составило 12,69%, что меньше 15% и свидетельствует о согласованности оценок.

Таблица 77 – Результаты проверки согласованности и НВП по Б3

Б1	К1.1	К1.2	К1.3	К1.4	$A_i$ (формула 2)	НВП <sub>i</sub> (формула 4)
К1.1	1	1	3	1	1,32	0,28
К1.2	1	1	5	1	1,50	0,31
К1.3	1/3	1/5	1	1/7	0,31	0,07
К1.4	1	1	7	1	1,63	0,34
Сумма	3,33	3,20	16,00	3,14	-	1,00
S (формула 3)					4,75	
$\lambda_{max}$ (формула 5)					4,06	
$I_{согл.}$ (формула 6)					0,02	
$O_{согл.}$ (формула 7)					2,19%	

По результатам анализа оценок показателей Б3 (таблица 77), отношение согласованности составило 2,19%, что меньше 15% и свидетельствует о согласованности оценок.

Таблица 78 – Результаты проверки согласованности и НВП по Б4

Б1	К1.1	К1.2	К1.3	К1.4	$A_i$ (формула 2)	НВП <sub>i</sub> (формула 4)
К1.1	1	1/3	1/5	1/5	0,34	0,07
К1.2	3	1	1	1	1,32	0,28
К1.3	5	1	1	1	1,50	0,32
К1.4	5	1	1	1	1,50	0,32
Сумма	14,00	3,33	3,20	3,20	-	1,00
S (формула 3)					4,65	
$\lambda_{max}$ (формула 5)					4,03	
$I_{согл.}$ (формула 6)					0,01	
$O_{согл.}$ (формула 7)					1,02%	

По результатам анализа оценок показателей Б4 (таблица 78), отношение согласованности составило 1,01%, что меньше 15% и свидетельствует о согласованности оценок.

Таблица 79 – Результаты проверки согласованности и НВП по Б5

Б1	К1.1	К1.2	К1.3	К1.4	$A_i$ (формула 2)	НВП <sub>i</sub> (формула 4)
К1.1	1	1/3	3	1/3	0,76	0,17
К1.2	3	1	3	1	1,73	0,39
К1.3	1/3	1/3	1	1	0,58	0,13
К1.4	3	1	1	1	1,32	0,30
Сумма	7,33	2,67	8,00	3,33	-	1,00
S (формула 3)					4,39	
$\lambda_{max}$ (формула 5)					4,37	
$I_{согл.}$ (формула 6)					0,13	
$O_{согл.}$ (формула 7)					13,98%	

По результатам анализа оценок показателей Б5 (таблица 79), отношение согласованности составило 13,98%, что меньше 15% и свидетельствует о согласованности оценок.

Таблица 80 – Результаты проверки согласованности и НВП по показателям стремления к сотрудничеству

Б1	К1.1	К1.2	К1.3	К1.4	$A_i$ (формула 2)	НВП <sub>i</sub> (формула 4)
К1.1	1	3	2	2	1,86	0,43
К1.2	1/3	1	3	1	1,00	0,23
К1.3	1/2	1/3	1	1	0,64	0,15
К1.4	1/2	1	1	1	0,84	0,19
Сумма	2,33	5,33	7,00	5,00	-	1,00
S (формула 3)					4,34	
$\lambda_{max}$ (формула 5)					4,23	
$I_{согл.}$ (формула 6)					0,08	
$O_{согл.}$ (формула 7)					8,44%	

По результатам оценки взаимодействия участников промышленного симбиоза (таблица 80), отношение согласованности составило 8,44%, что свидетельствует о согласованности оценок.

Таким образом, для всех блоков получены НВП, соответствующие критерию согласованности. В таблице 81 приведены итоговые НВП, которые могут быть применены для расчета интегрального значения для оценки эффекта от создания сетевой интеграции и для дальнейшего определения уровня взаимодействия участников в интеграции. Так как при оценке уровня развития

сетевой интеграции весовые коэффициенты каждого блока нужно свести ко всему направлению оценки, проведен дополнительный расчет для НВП блоков 1–5: каждое НВП показателей в блоке разделено на их общую сумму.

Таблица 81 – Результаты расчета НВП

Блок	Показатель	НВП блока	НВП для оценки
Блок 1	K1.1	0,146	0,029
	K1.2	0,104	0,021
	K1.3	0,311	0,062
	K1.4	0,439	0,088
Блок 2	K2.1	0,111	0,022
	K2.2	0,098	0,020
	K2.3	0,567	0,113
	K2.4	0,223	0,045
Блок 3	K3.1	0,277	0,055
	K3.2	0,315	0,063
	K3.3	0,066	0,013
	K3.4	0,342	0,068
Блок 4	K4.1	0,073	0,015
	K4.2	0,283	0,057
	K4.3	0,322	0,064
	K4.4	0,322	0,064
Блок 5	K5.1	0,173	0,035
	K5.2	0,395	0,079
	K5.3	0,132	0,026
	K5.4	0,300	0,060
	KB1.1		0,429
	KB1.2		0,230
	KB1.3		0,147
	KB1.4		0,194

На четвертом этапе осуществляются расчеты по показателям K1.1, K1.2 на основе имеющихся данных и осуществляется присвоение баллов на основе разработанных шкал.

На пятом этапе осуществляется формирование пула экспертов и проводится экспертная оценка значений оставшихся качественных показателей. Для данной оценки в качестве экспертов привлекались сотрудники Минпромторг РФ, ФГАУ НИИ «ЦЭПП», ООО «УЗТМ», ФИЦ «КНЦ РАН», «НИТУ МИСИС», ВНИИРАЭ НИЦ «Курчатовский институт» и др. (47 человек). Все эксперты обладали опытом работы более 5 лет и принимали участие в реализации

отраслевых проектов развития на момент проведения оценки. Экспертам предлагалось, с учетом их опыта, оценить промышленные симбиозы по качественным показателям, описанным выше. В анкетах была представлена информация о технологических цепочках и других характеристиках предлагаемых к формированию промышленных симбиозов, шкалы для экспертной оценки и бланк ответов. Анкетирование проводилось в электронной форме. Было направлено 70 запросов, из которых отклик получен по 47 (приложение 1). Результаты анкетирования обработаны. По каждому показателю данные оценок усреднены (результаты представлены в таблицах 82–83 в столбцах «Оценка»).

На шестом этапе осуществляется определение эффектов каждого из блоков с учетом НВП и расчет интегральных показателей. Для показателя К1.1 умножается НВП<sub>1.1</sub> на балльное значение оценки:  $4,00 * 0,029 = 0,088$ . Аналогичным образом рассчитываются критерии для каждого показателя (результаты представлены в таблицах 82–83 в столбцах «Критерий для альтернатив с учетом НВП»).

По блокам Б1, Б2, Б3, Б4, Б5 осуществляется суммирование критериев с учетом НВП. Интегральный показатель рассчитывается через формулу геометрической прогрессии. К примеру, для промышленного симбиоза 1:

$$Э_{И} = \sqrt[5]{(0,607 * 0,567 * 0,701 * 0,647 * 0,675)} = 0,569 \text{ и т. д.}$$

Аналогичным способом проведен расчет интегральных значений по оценке уровня взаимодействия участников в промышленном симбиозе 1, однако расчет производился на основе показателей, а не блоков:

$$У_{ВУСИ} (\text{промышленный симбиоз 1}) = \sqrt[4]{(1,393 * 0,652 * 0,475 * 0,418)} = 0,615 \text{ и т. д.}$$

Результаты расчетов по этапам 4–6 методики приведены в таблицах 82–83.

Таблица 82 – Результаты расчета интегральных показателей эффектов от развития промышленного симбиоза

Блок	Показатели	НВП разработчика	Оценка			Критерий для альтернатив с учетом НВП		
			Промышленный симбиоз 1	Промышленный симбиоз 2	Промышленный симбиоз 3	Промышленный симбиоз 1	Промышленный симбиоз 2	Промышленный симбиоз 3
Б1	K1.1	0,029	3,00	4,00	4,00	0,088	0,117	0,117
	K1.2	0,021	4,00	4,00	5,00	0,083	0,083	0,104
	K1.3	0,062	2,42	3,25	4,67	0,150	0,202	0,290
	K1.4	0,088	3,25	2,42	4,08	0,286	0,213	0,359
Итоговая оценка по блоку 1						0,607	0,615	0,869
Б2	K2.1	0,042	4,00	5,00	4,00	0,082	0,091	0,087
	K2.2	0,014	4,00	5,00	4,00	0,077	0,080	0,080
	K2.3	0,026	4,67	2,58	4,08	0,293	0,369	0,416
	K2.4	0,047	1,00	3,00	3,00	0,115	0,149	0,164
Итоговая оценка по блоку 2						0,567	0,688	0,748
Б3	K3.1	0,023	3,16	3,00	3,08	0,180	0,217	0,231
	K3.2	0,016	3,33	3,08	3,25	0,210	0,231	0,278
	K3.3	0,103	3,67	2,50	3,5	0,043	0,052	0,032
	K3.4	0,023	4,08	2,58	3,92	0,268	0,268	0,279
Итоговая оценка по блоку 3						0,701	0,768	0,820
Б4	K4.1	0,078	3,67	3,67	3,25	0,071	0,066	0,072
	K4.2	0,056	4,00	3,00	1,00	0,184	0,208	0,222
	K4.3	0,024	1,00	4,00	2,00	0,236	0,263	0,263
	K4.4	0,012	2,00	4,00	5,00	0,156	0,209	0,252
Итоговая оценка по блоку 4						0,647	0,745	0,809
Б5	K5.1	0,015	3,00	5,00	0,00	0,116	0,127	0,153
	K5.2	0,031	3,00	1,00	1,00	0,250	0,178	0,171
	K5.3	0,041	3,92	4,08	3,25	0,064	0,086	0,088
	K5.4	0,067	4,17	3,67	4,42	0,245	0,250	0,265
Итоговая оценка по блоку 5						0,675	0,641	0,678
Интегральная оценка Э <sub>и</sub>						0,569	0,628	0,735

Таким образом, по оценке эффекта от развития сетевой интеграции получено, что промышленный симбиоз 3 имеет наивысшую эффективность ( $\text{Э}_и=0,735$ ) за счет преобладания экономического, социального, экологического, инновационно-технологического и предпринимательского эффектов по сравнению с кластерами 1, 2. На втором месте – промышленный симбиоз 2,

который имеет эффективность ( $\mathcal{E}_И = 628$ ). Третье место занимает промышленный симбиоз 1 ( $\mathcal{E}_И = 0,569$ ).

Результаты оценки уровня взаимодействия участников в промышленных симбиозах представлены в таблице 83.

Таблица 83 – Результаты оценки уровня взаимодействия участников промышленных симбиозов

Блок	Показатели	НВП разработчика	Оценка			Критерий для альтернатив с учетом НВП		
			Промышленный симбиоз 1	Промышленный симбиоз 2	Промышленный симбиоз 3	Промышленный симбиоз 1	Промышленный симбиоз 2	Промышленный симбиоз 3
Блок уровня взаимодействия участников	КВ1	0,429	3,25	3,11	3,48	1,393	1,333	1,492
	КВ2	0,230	2,83	3,22	4,08	0,652	0,742	0,940
	КВ3	0,147	2,55	2,56	3,72	0,375	0,377	0,548
	КВ4	0,194	2,16	2,31	2,54	0,418	0,447	0,492
Интегральная оценка $U_{\text{вуси}}$						0,615	0,639	0,784

Получено, что по уровню взаимодействия участников в промышленных симбиозах лидирует промышленный симбиоз 3 ( $U_{\text{вуси}} = 0,784$ ). На втором месте – промышленный симбиоз 2 ( $U_{\text{вуси}} = 0,639$ ) и на третьем – промышленный симбиоз 1 ( $U_{\text{вуси}} = 0,615$ ).

На седьмом этапе на основе полученных интегральных значений производится сопоставление со шкалой желательности Харрингтона (таблица 84).

Таблица 84 – Интерпретация результатов интегральных оценок промышленных симбиозов

Показатель	Интегральная оценка		
	Промышленный симбиоз 1	Промышленный симбиоз 2	Промышленный симбиоз 3
$\mathcal{E}_И$	0,569	0,628	0,735
Описание $\mathcal{E}_И$ по Харрингтону	средняя	средняя	высокая
$U_{\text{вуси}}$	0,615	0,639	0,784
Описание $U_{\text{вуси}}$ по Харрингтону	средняя	средняя	высокая

Таким образом, для рассмотренных выше промышленных симбиозов по каждому из направлений оценки совпадает интерпретация результатов: для промышленного симбиоза 1 по обоим направлениям оценки – высокий уровень, для промышленных симбиозов 2, 3 – средний уровень.

На заключительном этапе осуществляется визуализация результатов оценки. По горизонтали отмечено интегральное значение эффекта от развития сетевой интеграции, а по вертикали – уровень взаимодействия бизнес-партнеров в промышленном симбиозе (рисунок 20).

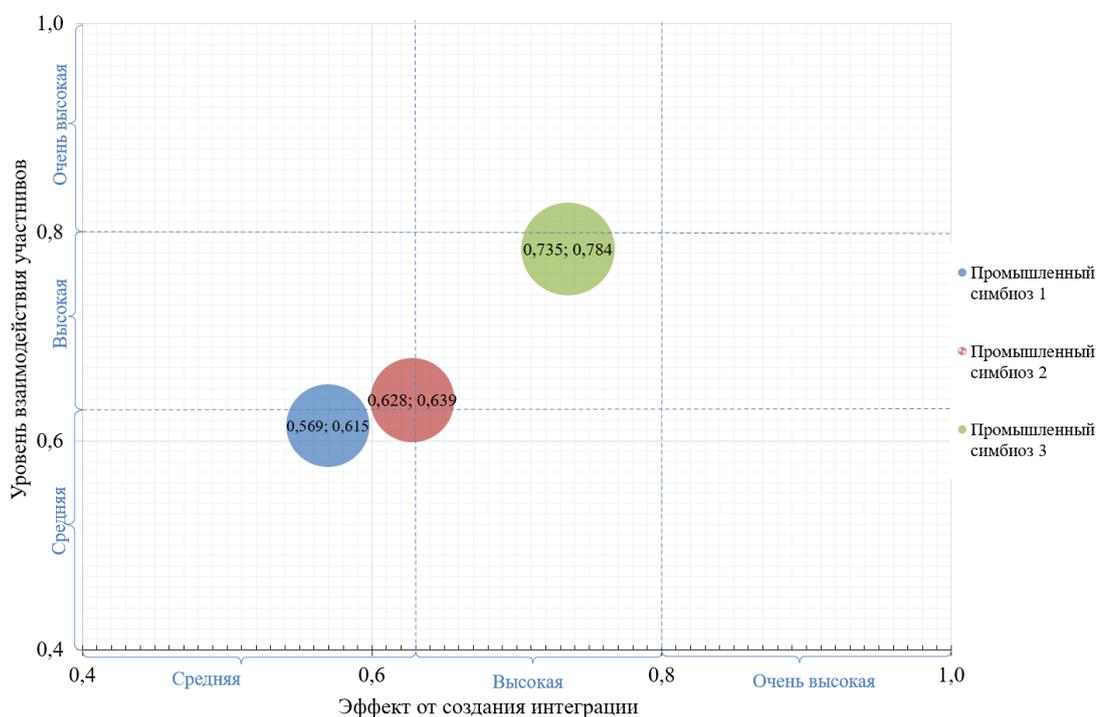


Рисунок 20 – Распределение результатов интегральных оценок промышленных симбиозов

Источник: составлено автором

Визуализация полученных результатов позволяет определить, как и в случае оценки промышленных симбиозов (параграф 2.3), что существует положительная зависимость между эффектом от развития сетевой интеграции и уровнем взаимодействия бизнес-партнеров.

По результатам оценки рассмотренных вариантов создания промышленного симбиоза установлено, что вариант 3 имеет наивысшую эффективность ( $\mathcal{E}_И=0,735$ ) за счет преобладания экономического, социального,

экологического, инновационно-технологического и предпринимательского эффектов по сравнению с промышленными симбиозами 1, 2. По уровню прогнозируемого взаимодействия участников в интеграции имеет наивысшее значение ( $U_{\text{ВУСИ}} = 0,784$ ). На втором месте – промышленный симбиоз 2, который имеет эффективность  $\mathcal{E}_И = 0,628$  и уровень взаимодействия  $U_{\text{ВУСИ}} = 0,639$ . От третьего варианта отличается меньшим вовлечением вторичного сырья и меньшим экономическим эффектом. Третье место занимает промышленный симбиоз 1 ( $\mathcal{E}_И = 0,569$ ,  $U_{\text{ВУСИ}} = 0,615$ ), для которого характерна низкая эффективность из-за низких экономического, экологического и инновационно-технологических эффектов.

Для подтверждения целесообразности реализации проекта по формированию промышленно симбиоза предлагается произвести оценку его ресурсной эффективности. Для расчета выбрана методика [134], в которой осуществляется оценка как инициатора интеграции (главного актора), так и других ее участников. Данная методика позволяет учесть упущенные доходы и выгоды, которые можно было бы получить от оцениваемых ресурсов (для промышленных симбиозов это реализация вторичного сырья между участниками объединения).

На первом этапе проводится оценка изменения затрат (эффективности использования ресурсов) у главного актора интеграции: на логистику, на платежи за НВОС, на обращение с отходами, на инвестиции. Формула расчета данной ресурсной эффективности ( $\mathcal{E}_р$ ) [134]:

$$\mathcal{E}_р = \sum_{i=1}^n \frac{V_{\text{отх}} + \Delta\Pi_{\text{л}} + \Delta Z_{\text{отх}} \pm \Delta T + A}{(1+d)^i} - \sum_{i=1}^m \frac{И_t}{(1+d)^i}, \quad (12)$$

где  $V_{\text{отх}}$  – стоимость генерируемых отходов в год, руб.;

$\Delta\Pi_{\text{л}}$  – сокращение платежей за хранение отходов, загрязнение и пр., руб.;

$\Delta Z_{\text{отх}}$  – сокращение затрат на сбор и утилизацию отходов, руб.;

$\Delta T$  – изменение затрат на логистику, руб.;

$A$  – амортизация, руб.;

$I_t$  – инвестиции в инновации и ОС, руб.;

$i$  – год;

$d$  – ставка дисконтирования, %.

Из трех рассмотренных выше вариантов создания промышленного симбиоза расчет произведен для наиболее перспективного с позиции экспертной оценки. Промышленный симбиоз формируется между ОАО «Апатит», заводом по производству удобрений АО «ФосАгро», заводом по переработке РЗЭ и строительным предприятием. Главным актором интеграции является АО «ФосАгро», так как это крупнейшее предприятие, которое формирует вторичный ресурс в виде фосфогипса, применимый при производстве РЗЭ и строительных материалов.

Определения ресурсной эффективности главного актора интеграции производилось на основе моделирования объемов денежных потоков за период в 10 лет. Ставка дисконтирования 26%. Объем фосфогипса, направляемый на переработку взят в размере 500 тыс. т. Результат расчета для главного актора:

$$\mathcal{E}_{p \text{ АО"ФосАгро"}} = 5199,672 \text{ млн руб.}$$

На втором этапе проводится оценка эффективности акторов промышленного симбиоза, являющихся потребителями вторичного сырья. Эффективность использования ресурсов рассчитывается ( $\mathcal{E}_p$ ) [134]:

$$\mathcal{E}_p = \sum_{i=1}^n \frac{O_c + \Delta Z_{\text{отх}} \pm \Delta T + A}{(1+d)^i} - \sum_{i=1}^m \frac{I_t}{(1+d)^i}, \quad (13)$$

где  $O_c$  – стоимость вторичного сырья, вовлекаемого в производство, руб.

В рассматриваемом промышленном симбиозе два таких участника, причем в связи с ежегодно генерируемым фосфогипсом и уже накопленным, оба потребителя будут обеспечены вторичным сырьем. Эффективность использования ресурсов участниками промышленного симбиоза:

$\mathcal{E}_{\text{р произв.РЗЭ}} = 2089,702$  млн руб.

$\mathcal{E}_{\text{р 000 «КНАУФ ГИПС»}} = 3138,882$  млн руб.

На третьем этапе осуществляется построение балансовой модели потоков по формуле [134]:

$$\sum X_i = \sum Y_i + \sum Z_i, \quad (14)$$

где  $\sum X_i$  – количество ресурсов, потребляемых предприятием/-ями в единицу времени;

$\sum Y_i$  - количество продукции, произведенной главным актором в единицу времени;

$\sum Z_i$  - суммарное количество отходов, произведенных промышленным предприятием и размещенных в окружающей среде.

В рамках промышленного симбиоза, при его развитии и вовлечении дополнительных участников объединения, по приведенному уравнению 14 должно обеспечиваться условие  $\sum Z_i \rightarrow 0$ .

По результатам расчетов можно сделать вывод о том, что создание промышленной симбиоза на основе выбранного варианта обладает значительным экономическим эффектом, что в свою очередь подтверждает эффективность разработанной методики оценки и подбора участников ресурсоэффективного взаимодействия. Для моделируемого промышленного симбиоза создание координационного совета необходимо с целью координации дальнейшего развития интеграции и привлечения новых участников (к примеру, потребителей сырья). Интерес к промышленному симбиозу со стороны государства состоит в организации производства стратегического и дефицитного сырья, со стороны регионов и прочих стейкхолдеров – в создании новых рабочих мест, поступлении налоговых отчислений и предотвращении НВОС за счет переработки отходов, со стороны других отраслей состоит в обеспечении необходимым сырьем (в том числе, соединениями РЗЭ).

### 3.3 Организационно-экономический механизм технологического взаимодействия промышленных интеграций

Для оценки возможности формирования промышленной интеграции и определения готовности потенциальных участников к объединению разработан алгоритм определения эффективности ее создания (рисунок 21). Предлагаемый алгоритм может быть использован топ-менеджментом компании для оценки проектов по созданию ресурсоэффективных форм взаимодействия промышленных предприятий.

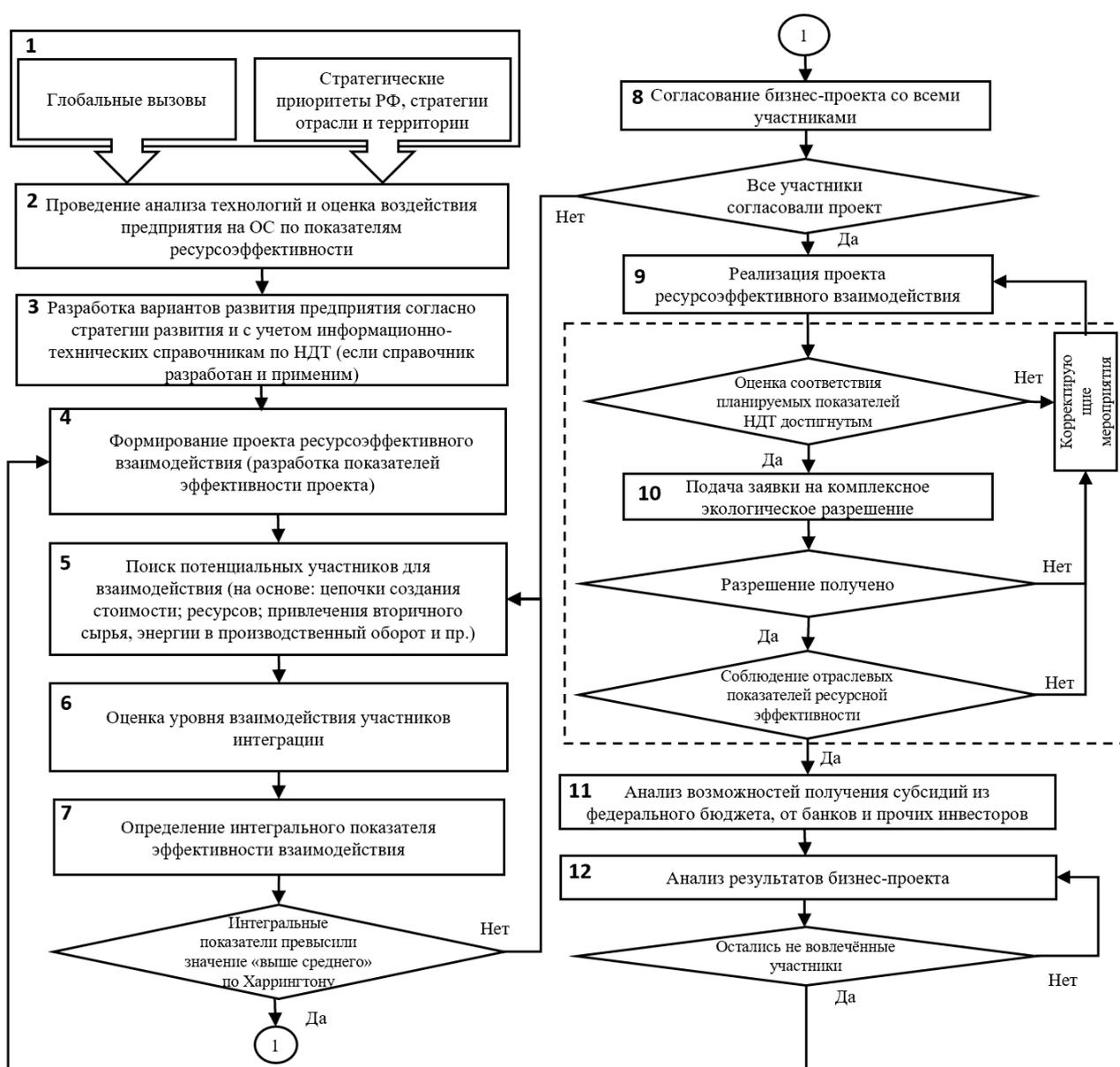


Рисунок 21 – Алгоритм оценки создания и развития интеграции

Источник: составлено автором

Алгоритм включает следующие этапы:

1. Проектирование сетевой интеграции начинается с сопоставления целей развития предприятия или нового бизнеса стратегическим приоритетам страны, регионов и отраслей. Современные стратегические приоритеты отражены в Национальных программах [64]; в «Стратегии технологического развития национальной экономики» (ФЗ «О технологической политике в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [85]); в концепции «Концепция технологического развития на период до 2030 года» [50]; в Указе Президента «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» [118] и пр. Данные документы отражают стратегическую необходимость достижения технологического суверенитета, стимулирования производства критических материалов и внедрения перспективных технологий, которые могут быть рассмотрены в рамках создания промышленных интеграций.

2. Следующим этапом является оценка уровня используемых технологий и расчет показателей ресурсоэффективности и экологической эффективности для определения «узких» мест. К примеру, на данном этапе осуществляется определение технологического процесса (или цепочки создания стоимости), на основе которого может формироваться промышленная интеграция. В соответствии с данными справочников по НДТ и лучшими мировыми практиками проводится анализ применяемых и передовых технологий. К примеру, для промышленных симбиозов анализируется статистика накопления отходов и практики по их вовлечению во вторичное потребление. Осуществляется идентификация цепочки создания стоимости и подходящих практик привлечения вторичного сырья для анализируемой компании или технологического процесса.

3. Разработка вариантов развития предприятия согласно стратегии и приоритетам развития предприятия. Проекты развития желательно формировать с учетом информационно-технических справочников (ИТС) по НДТ, если они разработаны.

4. Формирование проекта ресурсоэффективного взаимодействия (определяются показатели оценки эффективности, достижение которых служит обоснованием и подтверждением целесообразности принятия проекта для участников взаимодействия);

5. Под разработанный проект осуществляется подбор заинтересованных и технологически совместимых потенциальных участников промышленной интеграции.

6. Осуществляется подбор заинтересованных и технологически совместимых потенциальных участников взаимодействия; 6. проводится оценка уровня их взаимодействия для определения готовности (зрелости) к дальнейшему сотрудничеству. Если все участники превысили пороговое значение, то осуществляется расчет интегрального показателя эффективности такого организационно-технологического взаимодействия. Если не все участники преодолели пороговый уровень, то осуществляется возврат к этапу поиска потенциальных участников. Если на рынке не функционирует необходимый участник, то может быть принято решение о восполнении данной потребности через создание отдельного предприятия для обеспечения всех участников процесса производства или через восполнение данного функционала главным актором интеграции.

7. Осуществляется расчет интегрального показателя эффективности взаимодействия. Производится сравнение интегрального показателя с пороговым значением, который характеризует минимальные требования для создания промышленной интеграции. В случае недостижения порогового значения – осуществляется возврат этапу поиска участников объединения. Если после нескольких итераций не удастся установить удовлетворяющих критерию партнеров, либо не удастся выявить эффект от интеграции, то необходима корректировка входных данных (технологический процесс, цепочки создания стоимости и пр.) или прекращение дальнейшего моделирования.

8. Если интегральный показатель превысил пороговое значение, то осуществляется согласование бизнес-проекта со всеми участниками.

9. В случае согласования проекта каждым участником принимается общее решение о реализации проекта по созданию ресурсоэффективной формы взаимодействия. После запуска проекта проводится контроль проекта на соответствие проектируемых и полученных показателей. Осуществляется сопоставление технологических показателей с ИТС по НДТ, если они разработаны для данной технологии, отрасли.

После запуска проекта проводится контроль соответствия проектируемых и полученных показателей. Если во взаимодействии присутствуют участники, эксплуатирующие объект I категории негативного воздействия на окружающую среду (НВОС), то применяется пункт 10. В ином случае осуществляется переход к 11 этапу.

10. Если технологические показатели соответствуют и на предприятии имеются установки I категории опасности, то им подается заявка на комплексные экологические разрешения (КЭР) [32]. Получение положительного решения о выдаче КЭР объекту НВОС является условием выполнения данного этапа, иначе осуществляются корректирующие мероприятия. Также производится оценка проекта на соблюдение отраслевым показателям ресурсной эффективности.

11. Если проект осуществляется в одном или нескольких направлениях, перечисленных в таксономии и реализация проекта способствует достижению одной из приоритетных целей: улучшение состояния окружающей среды, снижение выбросов и сбросов загрязняющих веществ, сокращение выбросов парниковых газов, энергосбережение и повышение эффективности использования ресурсов, то проект может получить статус «зеленого» проекта, что в последствии позволит получить федеральные субсидии [27].

12. Осуществляется анализ результатов реализации проекта для оценки его эффективности. Идентифицируются новые не вовлеченные участники. Если такие выявлены, то осуществляется возврат к этапу 4 (проводится разработка новых бизнес-проектов по вовлечению участников в

промышленную интеграцию). Если потенциальных участников нет, проводится периодическая оценка результатов бизнес-проекта.

Как было сказано выше, формируемые сетевые интеграции позволяют осуществлять стимулирование ресурсоэффективных и рациональных моделей производства и потребления, решающих проблемы дефицита ресурсов и возрастания НВОС. Также создание сетевых интеграций может стать одним из инструментов обеспечения импортнезависимости, так как в рамках сетевого взаимодействия реализация импортозамещающих производств менее затратна для участников объединения, чем для единичного предприятия.

Моделирование на основе алгоритма позволяет отбирать наиболее эффективный проект создания и развития интеграции, а также определять величину отдельных эффектов. Моделирование также возможно проводить с учетом отсутствия одного или нескольких предприятий, что позволяет определить требования к перспективным участникам взаимодействия. В соответствии с этим требованиями можно продолжить поиск потенциальных участников или рассмотреть инвестиционный проект по созданию нового предприятия с заданными параметрами в рамках формы ресурсоэффективного взаимодействия.

Если расчетные значения показателей отдельных эффектов при объединении не достигают желаемого значения, тем самым, снижая значения интегрального показателя, могут быть разработаны рекомендации для участников интеграции, позволяющие перестроить бизнес-процессы таким образом, чтобы обеспечить повышение значения соответствующего показателя.

Для формирования эффективной стратегии промышленных предприятий разработана система инструментов реализации ресурсоэффективного взаимодействия (рисунок 22).

Система учитывает концепцию НДТ, позволяющую ориентироваться на современные и перспективные технологии через заданные отраслевые показатели ресурсоэффективности. Использование данного механизма управления позволяет компании соответствовать национальным целям развития,

учитывать отраслевые и региональные ориентиры, увеличить инвестиционную привлекательность и репутацию за счет эффективного формирования собственной стратегии развития.

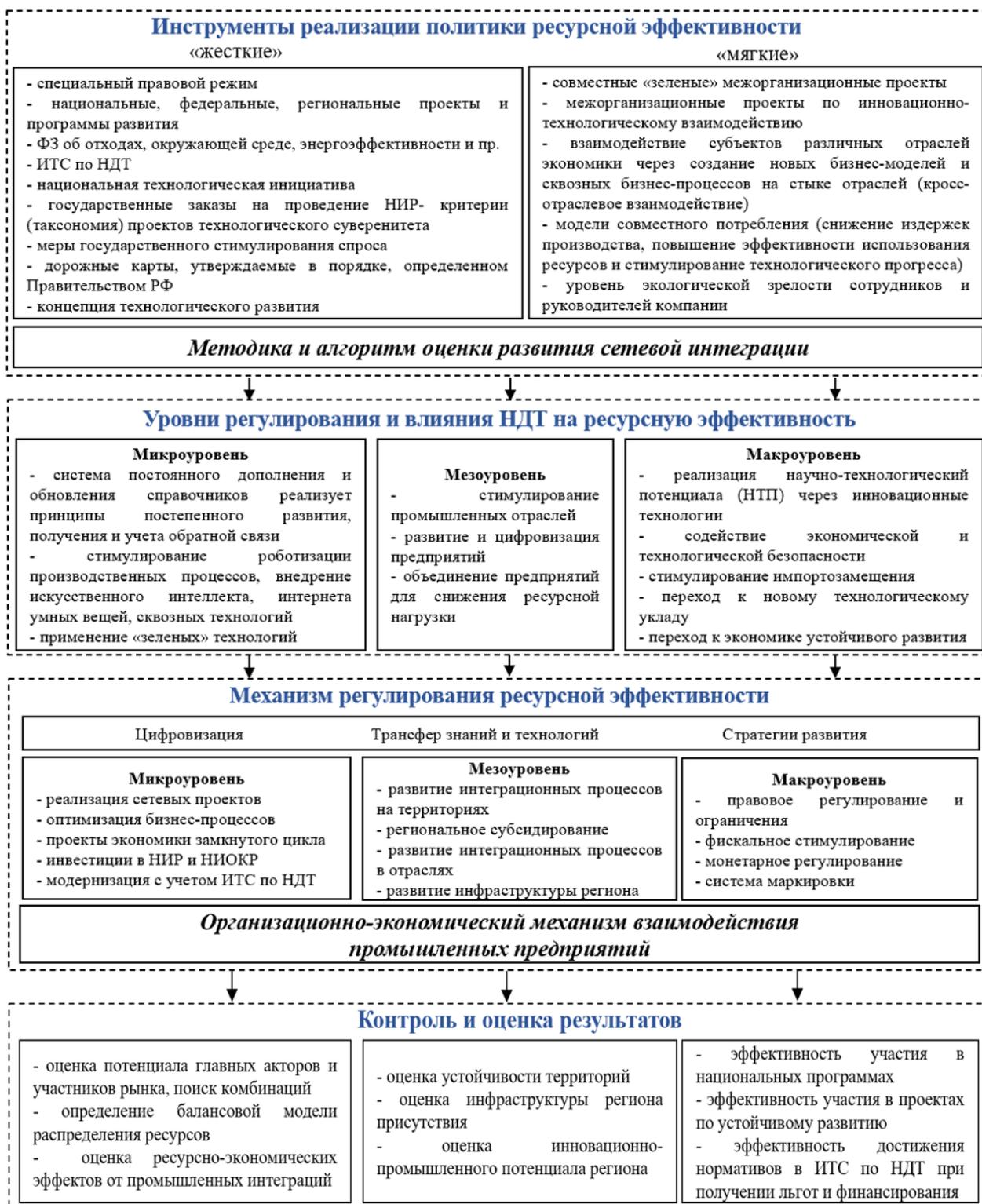


Рисунок 22 – Система инструментов для формирования ресурсоэффективного взаимодействия

Источник: составлено автором

Сформированная система инструментов реализации ресурсоэффективного взаимодействия учитывает ресурсные возможности предприятий, партнеров, регионов присутствия и поддержку государства. Управление предприятием по данной системе позволит создавать формы ресурсоэффективного взаимодействия, эффективно распределять и использовать ресурсы для устойчивого долгосрочного развития участников.

Таким образом, обеспечение ресурсоэффективного взаимодействия промышленных предприятий с учетом государственных и отраслевых приоритетов предлагается осуществлять на основе разработанной системы ресурсоэффективного взаимодействия, которая включает разработанные алгоритм оценки создания и развития интеграции и организационно-экономический механизм взаимодействия промышленных предприятий. При создании и развитии форм ресурсоэффективного взаимодействия предлагается между участниками формировать координационный совет (центр управления проектом развития) для управления совместными проектами.

Функционал совета включает:

- формирование рабочих групп из представителей участников объединения;
- проведение оценки качества обрабатываемой продукции, энергии, сырья;
- формирование стратегии развития интеграции; разработка, оценка и принятие совместных инвестиционных проектов;
- рассмотрение возможности включения новых участников в интеграцию;
- оценка и контроль ресурсоэффективности взаимодействия;
- управление рисками и последствиями от их возникновения.

На рисунке 23 представлена структура организационно-экономического механизма взаимодействия. В рамках технологического взаимодействия отмечается роль НДТ. Причем соответствие технологий уровню НДТ должно оцениваться как в рамках внутренних технологий предприятий (не связанных с интеграцией напрямую), так и в технологиях, применяемых при реализации совместных проектов ресурсоэффективного взаимодействия.

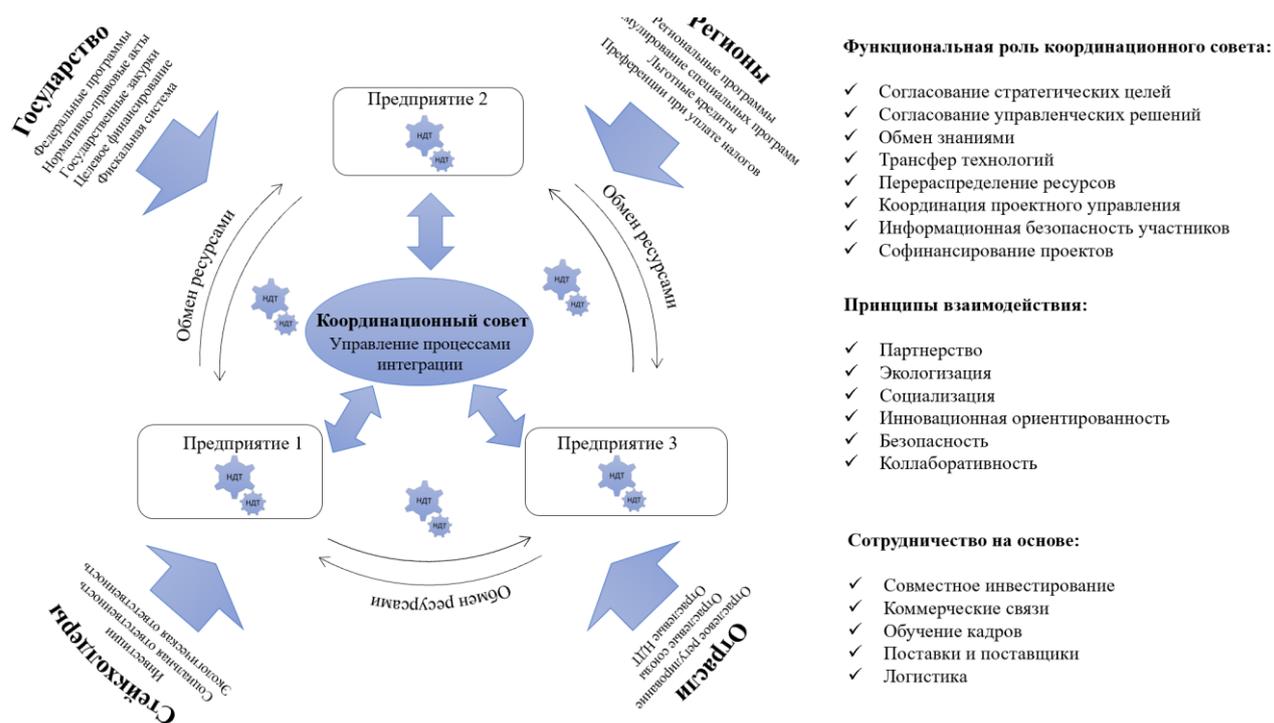


Рисунок 23 – Организационно-экономический механизм взаимодействия промышленных предприятий

Источник: составлено автором

Среди основных заинтересованных сторон в создании ресурсоэффективного взаимодействия выделены государство, регионы, отрасли, стейкхолдеры, которые должны быть учтены в стратегии развития интеграции, так как с их стороны может быть оказана поддержка в виде льгот, дешевых кредитов, инвестиций.

Данный механизм отражает эффекты, возникающие при масштабировании интеграций. Среди таких выделены снижение негативного воздействия на окружающую среду и здоровье человека, повышение ресурсной эффективности на уровне отраслей и регионов, сокращение объемов отходов и отвалов за счет вовлечения вторичных ресурсов, снижение негативного визуального воздействия и пр. Для достижения данных эффектов важной частью станет создание координационного совета, который будет развивать интеграцию за счет объединения интересов участников взаимодействия, за счет согласования стратегических и управленческих целей участников объединения.

**Выводы к 3 главе:**

1. Проведен обзор отрасли редкоземельных элементов. На основе анализа перспектив развития отрасли выявлен процесс переработки фосфогипса как перспективное направление для создания промышленного симбиоза между участниками рынка. Рассмотрено вовлечение вторичного сырья (фосфогипса) в производство строительных материалов, РЗЭ и удобрений.

2. На основе анализа процесса переработки фосфогипса между участниками рынка (производители удобрений, РЗЭ и строительных материалов) произведена апробация разработанной методики и системы показателей по оценке промышленных симбиозов. В рамках оценки проведен обзор потенциальных участников для создания промышленных симбиозов: рассмотрены данные по генерированию отходов и компании, которые формируют фосфогипс в форме промышленных отходов (главные акторы интеграции); предприятия строительной отрасли со смежными видами деятельности; производитель РЗЭ. Из нескольких рассмотренных вариантов определено, что создание промышленного симбиоза возможно и наибольший эффект может быть получен при объединении у АО «ФосАгро», компании по производству РЗЭ и строительной организации ООО «КНАУФ ГИПС». После проведения оценки готовности вступления участников в промышленный симбиоз проведен расчет общей эффективности создаваемой промышленной интеграции.

3. Для разработки эффективной стратегии развития сетевых интеграций предложен алгоритм их формирования, который базируется на оценке получаемых эффектов от интеграционного взаимодействия. В рамках алгоритма предложено проводить не только оценку потенциальной промышленной интеграции, но и готовность отдельных участников к вступлению в объединение. Для каждого направления оценки предложены критерии для принятия решения о возможности и эффективности создания промышленной интеграции. Разработана система инструментов реализации сетевого взаимодействия, которая включает в себя инструменты реализации

политики ресурсоэффективности, организационно-экономический механизм регулирования ресурсной эффективности, механизм контроля и оценки результатов, что позволяет осуществлять эффективное управление промышленными интеграциями при их развитии.

## Заключение

В ходе исследования получены следующие основные результаты и выводы, соответствующие цели и задачам работы:

1. Выполнен анализ существующих вызовов и трендов развития промышленных предприятий в условиях перехода к экономике устойчивого и ресурсоэффективного развития. Определено, что в условиях снижения инвестиционного потенциала и необходимости обеспечения импортнезависимости, повышение ресурсной эффективности является одним из подходов к реализации проектов устойчивого развития промышленных предприятий. В свою очередь, повышение ресурсной эффективности возможно через реализацию проектов по созданию и развитию межорганизационного взаимодействия.

2. Проведен сравнительный анализ форм ресурсоэффективного взаимодействия промышленных предприятий (кластеров, промышленных симбиозов, экотехнопарков, экосистем). Разработан методический подход, обеспечивающий как оценку ресурсоэффективного взаимодействия промышленных предприятий, так и уровня взаимодействия участников интеграции, что дает возможность формировать стратегию ресурсоэффективного и устойчивого развития для каждого из участников взаимодействия.

3. Предложена система инструментов и алгоритм реализации проектов по созданию и развитию ресурсоэффективного взаимодействия промышленных предприятий, которая учитывает ресурсные возможности участников, регионов присутствия и поддержку государства. Управление интеграцией, согласно данной системе, позволит осуществлять ресурсоэффективное взаимодействие, эффективно распределять и использовать ресурсы долгосрочного устойчивого развития.

4. Разработан организационно-экономический механизм управления ресурсоэффективным взаимодействием промышленных предприятий, позволяющий масштабировать эффекты, которые возникают при развитии промышленной интеграции. Среди таких выделены снижение негативного

воздействия на окружающую среду и здоровье человека, повышение ресурсной эффективности на уровне отраслей и регионов, сокращение объемов отходов и отвалов за счет вовлечения вторичных ресурсов, снижение негативного визуального воздействия и пр. Масштабирование данных эффектов достигается за счет создания координационного совета, обеспечивающего согласованное развитие участников интеграции.

5. Проведена оценка эффективности функционирующих промышленных кластеров и промышленных симбиозов. По результатам оценки подтверждена состоятельность методики и установлена взаимосвязь между эффектом от развития интеграции и уровнем взаимодействия участников. Предложена модель создания промышленного симбиоза на основе технологии переработки фосфогипса с извлечением РЗЭ, обеспечивающая достижение экономического, экологического, социального, инновационно-технологического и предпринимательского эффектов. Эффект от создания промышленного симбиоза подтвержден расчетом экономической эффективности.

**Список сокращений и условных обозначений**

АО «СЗФК» – Акционерное общество «Северо-Западная Фосфорная Компания»

АО «СМЗ» – Акционерное общество «Соликамский магниевый завод»

ВВП – Валовой внутренний продукт

ВПРМ – Высокопроизводительные рабочие места

ГК – Группа компаний

ЕС – Европейский союз

ИТС – Информационно-технические справочники

КНР – Китайская народная республика

КЭР – Комплексные экологические разрешения

НВОС – Негативное воздействие на окружающую среду

НДТ – Наилучшие доступные технологии

НИОКР – Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы

НИР – научно-исследовательские работы

НП – Национальный проект

ООН – Организация Объединенных Наций

ООО – Открытое акционерное общество

ОС – Окружающая среда

ПАО – Публичное акционерное общество

РЗО – Редкоземельные оксиды

РЗЭ – Редкоземельные элементы

РФ – Российская Федерация

США – Соединенные Штаты Америки

ТРГ – Техническое рабочие группы

ФГАУ НИИ «ЦЭПП» - Федеральное государственное автономное учреждение «Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики»

ФЗ – Федеральный закон

ЦУР – Цели устойчивого развития

ЮАР – Южно-Африканская Республика

ЮНЕП – Программа ООН по окружающей среде (UNEP, United Nations Environment Programme)

ВАСТ – Best Available Control Technology (наилучшие доступные технологии контроля)

BAT – Best Available Technology (наилучшие доступные технологии)

BAT-AELs – Emission Levels Associated with the Best Available Techniques (Уровни выбросов, соответствующие НДТ)

BIS – Baltic Industrial Symbiosis (Балтийский индустриальный симбиоз)

BREFs – BAT Reference Document (Справочный документ по НДТ)

CAA – Clean Air Act (Закон о чистом воздухе)

CWA – Clean Water Act (Закон о чистой воде)

DMCP – Medium Combustion Plant Directive (Директива «Об установках сжигания средней мощности»)

ELV – Extremely level of emissions (Предельные уровни эмиссий)

EMAS Eco-Management and Audit Scheme (Система экоменеджмента и аудита)

EPL – Environmental Protection Law (закон об охране окружающей среды)

GATPPCs – Guidelines on Available Technologies of Pollution Prevention and Control (Руководств по доступным технологиям предотвращения и контроля загрязнения)

IASP – International Association of Science Parks and Areas of Innovation (Международная ассоциация технопарков и зон инновационного развития)

IED – Industrial Emissions Directive (Директива о промышленных эмиссиях)

IPPC – Integrated Pollution Prevention and Control (Комплексное предотвращение и контроль загрязнения)

LPCCWP – Law on Prevention and Control of Water Pollution (Закон о предотвращении и контроле загрязнения вод)

MACT – Maximum Available Control Technology (Максимально достижимые технологии контроля)

MDPI – Multidisciplinary Digital Publishing Institute (Многопрофильный цифровой издательский институт)

PPA – Pollution Prevention Act (Закон о предотвращении загрязнений окружающей среды)

RACT – Reasonably Available Control Technology (Доступная технология предупреждения загрязнения)

RnD – Research and Development (исследования и разработки)

SRD – Sectoral Reference Document (Отраслевой справочный документ)

**Список использованных источников****Научная литература и источники на русском языке**

1. Абдрахманова Г. И. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты : Доклад к XXII Апрельской международной научной конференции по проблемам развития экономики и общества, Москва, 13-30 апреля 2021/ Г. И. Абдрахманова, К. Б. Быховский, Н. Н. Веселитская [и др.]. – Москва : Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2021. – 239 с. – ISBN 978-5-7598-2510-4.
2. Абдукаримов И. Т. Эффективность и финансовые результаты хозяйственной деятельности: критерии и показатели их характеризующие, методика оценки и анализа/И. Т. Абдукаримов, Н. В. Тен //Социально-экономические явления и процессы. -2019. -№5. - С. 11–21.
3. Авдеев В. Ю. Методологические аспекты использования вертикальной интеграции для обеспечения устойчивости развития предпринимательских структур в эксклавному регионе России: диссертация кандидата Экономических наук: 08.00.05.- Калининград, 2004.
4. Авдеев В. Ю. Патент. Программа ЭВМ. №2009615692 «Ваш финансовый аналитик». Дата регистрации 13.07.2009 г.
5. Агаева А. М. Управление экономической безопасностью предприятий промышленных инновационных экосистем: диссертация кандидата Экономических наук: 5.2.3 - Москва, 2022.
6. Адамович Е. И. Получение редкоземельных элементов из отходов / Е. И. Адамович ; науч. рук. И. Ю. Козловская // Технологія-2014 : матеріали міжнародної науково-технічної конференції 4-5 квітня 2014 року, м. Сєверодонецьк. - Сєверодонецьк : Технологічний інститут СНУ ім. В. Даля, 2014. - Ч. 1. - С. 121-123.
7. Азимов Ю. И. Реструктуризация экономики: теория и инструментарий / Ю. И. Азимов, А. В. Александрова, А. В. Бабкин [и др.]. – Санкт-Петербург : Федеральное государственное автономное образовательное

учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2015. – 664 с. – ISBN 978-5-7422-4879-8.

8. Акимова Т. А. Экономика устойчивого развития: Учебное пособие / Т. А. Акимова, Ю. Н. Мосейкин // – Москва : ЗАО «Издательство «Экономика», 2009. – 430 с.

9. Алпеева Е. А. Инновационный потенциал: анализ ресурсной и результативной составляющих // Известия СПбГЭУ. 2009. №4.

10. АО «ФосАгро» Официальный сайт. – [Электронный ресурс] – URL : <https://www.phosagro.ru/production/phosphogypsum/pavement/?ysclid=1w7tco818e52418805> (дата обращения: 09.01.2024).

11. Бабкин А. В. Кластер как субъект экономики: сущность, современное состояние, развитие / А. В. Бабкин, А. О. Новиков // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2016. – № 1(235). – С. 9-29. – DOI 10.5862/ЖЕ.235.1

12. Белых А. Л. Модели формирования промышленного симбиоза / А. Л. Белых // Управление. – 2023. – Т. 11, № 1. – С. 51-63. – DOI 10.26425/2309-3633-2023-11-1-51-63

13. Бобылев С. Н. Модернизация экономики и устойчивое развитие / С. Н. Бобылев, В. М. Захаров // – Москва : Экономика, 2011. - 295 с.

14. Бобылев С. Н. Экономика устойчивого развития. – Москва: КНОРУС, 2021–672 с.

15. Бондарчук, Н. В. Обоснование необходимости учета влияния новых факторов внешней среды при оценке инновационных проектов в промышленности / Н. В. Бондарчук, А. Б. Кипнис // Экономические системы. – 2024. – Т. 17, № 1. – С. 107-113. – DOI 10.29030/2309-2076-2024-17-1-107-113.

16. Бражникова Л. Н. Симбиоз антикризисного управления и стратегического планирования как инструмент устойчивого развития промышленных предприятий / Л. Н. Бражникова // Сборник научных работ серии "Экономика". – 2022. – № 27. – С. 202-211. – DOI 10.5281/zenodo.7330378

17. Бюллетень Счетной палаты РФ Недропользование / под ред. Мень М., , 2020, № 5. – С. 138.
18. Гамидуллаева Л. А. Методика комплексной оценки потенциала промышленной экосистемы в контексте устойчивого развития региона / Л. А. Гамидуллаева, Т. О. Толстых, Н. В. Шмелева // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2020. – № 2(34). – С. 29-48. – DOI 10.21685/2227-8486-2020-2-3.
19. Гамидуллаева Л. А. Промышленный кластер региона как локализованная экосистема: роль факторов самоорганизации и коллаборации / Л. А. Гамидуллаева // π-Economy. – 2023. – Т. 16, № 1. – С. 62-82. – DOI 10.18721/πE.16105.
20. Генеральная Ассамблея Организации Объединенных Наций. Доклад Всемирной комиссии по окружающей среде и развитию: наше общее будущее, 1987.
21. ГК «Скайград». Официальный сайт. – [Электронный ресурс] – URL : <http://rzm.sky-grad.ru/fosfogips> (дата обращения: 08.03.2024).
22. Глущенко Ю. Г., Козырев А. Б., Ларичкин Ф. Д. Выделение РЗЭ из фосфогипса: технолого-экономический аспект. – [Электронный ресурс] – URL : <http://rusredmet.ru/d/378331/d/doklad-v-gornominstitute.pdf> (дата обращения: 09.01.2024).
23. ГОСТ Р 113.00.04-2024 Наилучшие доступные технологии. Формат описания технологий
24. Государственная информационная система промышленности (ГИСП). – [Электронный ресурс] – <https://gisp.gov.ru/gisip/#/sections/map/36.494527,55.234452/6/parks:wkeC?lng=ru>
25. Грошев И. В. Ресурсный потенциал организационной культуры/ И. В. Грошев, А. Краснослободцев// Общество и экономика. - 2019. - № 11-12. С. 100-116
26. Гун Ц. О формах промышленного симбиоза и инновационной модели / Ц. Гун, С. Ли, И. Ли // Modern Economy Success. – 2024. – № 1. – С. 85-90

27. Гусева Т. В. Наилучшие доступные технологии и зеленая химическая технология: возможности сближения концепций / В. П. Мешалкин, Н. Н. Кулов, Т. В. Гусева [и др.] // Теоретические основы химической технологии. – 2022. – Т. 56, № 6. – С. 670-677. – DOI 10.31857/S0040357122060124
28. Давиденко Л. М. Промышленная интеграция как фактор устойчивого развития экономики // Grand Altai Research & Education. 2015. №2.
29. Данелян Т. Я. Формальные методы экспертных оценок // Статистика и экономика. 2015. №1.
30. Данилов-Данильян А. В. Рыночный подход в импортозамещающей промышленной политике государства. / А. В. Данилов-Данильян // [Электронный ресурс] – URL: [www.prompolitika.rsppr.ru/intl.ru/cmd//publication/2004\\_03011613-6707.htm](http://www.prompolitika.rsppr.ru/intl.ru/cmd//publication/2004_03011613-6707.htm).
31. Деревянко В.Н. и Тельянова В.А. «Технологии производства гипсовых вяжущих материалов из фосфогипса», Издательство «Ноосфера» 2010.
32. Доброхотова М. В. Разработка организационно-экономического механизма регулирования углеродоемкости отрасли черной металлургии: диссертация кандидата экономических наук: 08.00.05.- Москва, 2024.
33. Довыденко А. В., Лунёв А. А. Использование фосфогипса в сфере дорожного строительства: потенциал и проблемы // Вестник МГСУ. 2023. №2.
34. Доничев О. А. Эффективное использование ресурсного потенциала регионов как Фактор преодоления дифференциации в их развитии / О.А. Доничев, М.И. Закирова // Региональная экономика: теория и практика. 2018. №9 (456).
35. Закондырин А. Е. Наилучшие доступные технологии в горнодобывающем секторе: актуальные проблемы и пути их решения / А. Е. Закондырин // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2020. – № 6-1. – С. 55-64. – DOI 10.25018/0236-1493-2020-61-0-55-64.
36. Зелёные кейсы / ред. Д. О. Скобелев: ФГАУ «НИИ «ЦЭПП». — М.: Деловой экспресс, 2020. 160 с., ISBN 978-5-89644-142-7.

37. Зелёные кейсы / ред. Д. О. Скобелев: ФГАУ «НИИ «ЦЭПП». — М.: Деловой экспресс, 2021. 160 с., ISBN 978-5-89644-147-2.
38. Зелёные проекты / ред. Д. О. Скобелев: ФГАУ «НИИ «ЦЭПП». — М.: Деловой экспресс, 2022. 156 с., ISBN 978-5-89644-157-1F.
39. Зелёный туман / под редакцией к.т.н М. В. Бегака — М.: ООО ФИД «Деловой экспресс», 2023. 152 с., ISBN 978-5-89644-163-2.
40. Ильина А. И. Циркулярная экономика и циркулярные бизнес-модели. – 2018. [Электронный ресурс] – URL: <https://dspace.spbu.ru/handle/11701/13404>. Дата обращения: 01.10.2023 г.
41. ИТС 24-2017 «Производство редких и редкоземельных металлов» Приказ Росстандарта от 15 декабря 2017 г. № 2849 «Об утверждении информационно-технического справочника по наилучшим доступным технологиям «Производство редких и редкоземельных металлов»
42. ИТС 24-2020 «Производство редких и редкоземельных металлов», введен в действие с 1 июля 2021 г.
43. Калинин В. Т. Нетрадиционное редкометалльное сырье Кольского полуострова: обоснование и перспективы его использования в технологии / Калинин В. Т., Николаев А. И., Коцарь М. Л. // ГИАБ. 2007. №12.
44. Капитонов Д. Ю. Ресурсоведение : учебное пособие / Д.Ю. Капитонов. – Воронеж : Воронежская государственная лесотехническая академия, 2011. – 176 с.
45. Карта кластеров России. – [Электронный ресурс] – URL: <https://map.cluster.hse.ru/about/>
46. Катасонов В. Ю. Инвестиционный потенциал хозяйственной деятельности. Макроэкономический и финансово - кредитный аспекты / В.Ю. Катасонов. - М.: МГИМО(У) МИД Росси, 2017. - С. 320.
47. Квинт В. Л. Концепция стратегирования. Т. 2. СПб.: РАНХиГС, 2020. 164 с.
48. Комаева Л. Э. Особенности Организационной структуры группы компаний с горизонтальной интеграцией / Л. Э. Комаева // Экономика и

управление: анализ тенденций и перспектив развития. – 2012. – № 2-2. – С. 139-144.

49. Кондратьев В. В. Методы технологического прогнозирования. Доклад, Москва 2022 – [Электронный ресурс] –URL: [https://eec.eaeunion.org/upload/clcr/doklad\\_8.1.3\\_2.pdf](https://eec.eaeunion.org/upload/clcr/doklad_8.1.3_2.pdf)

50. Концепция технологического развития на период до 2030 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации. от 20 мая 2023 г. N 1315-р.

51. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. N 1662-р).

52. Косарева И. Н. Особенности управления предприятием в условиях цифровизации / И. Н. Косарева, В. П. Самарина // Вестник евразийской науки. – 2019. – Т. 11, № 3. – С. 20.

53. Костин А. Е. Корпоративная социальная ответственность и устойчивое развитие: мировой опыт и концепция для РФ // Менеджмент в России и за рубежом, № 3, 2005.

54. Краснобаева В. С. Анализ инструментов стимулирования разработки и внедрения новых технологий в области комплексной переработки редкоземельных элементов / В. С. Краснобаева, Ю. Н. Бурвикова // Север и Арктика в новой парадигме мирового развития. Лузинские чтения – 2022 : Материалы XI Международной научно-практической конференции, Апатиты, 22–23 сентября 2022 года. – Апатиты: ФИЦ КНЦ, 2022. – С. 18-19.

55. Куликова Н. Н. Анализ коллаборативности как инструмент управления межорганизационными взаимоотношениями предприятий электронной промышленности // Российский технологический журнал, 2016, Том 4, № 4 (13). – С. 54-61.

56. Лапшин П. П. Синергетический эффект при слияниях и поглощениях компаний / П. П. Лапшин, А. Е. Хачатуров // Менеджмент в России и за рубежом. 2005. № 2. С. 27.

57. Ларичев О. И. Наука и искусство принятия решений [Текст] / О. И. Ларичев. - Москва : Наука, 1979. - 200 с.

58. Любушин Н. П. Использование обобщенной функции желательности Харрингтона в многопараметрических экономических задачах / Н. П. Любушин, Г. Е. Брикач / Экономический анализ: теория и практика. 2014. №18 (370).

59. Машков А. Л. Анализ отраслевой структуры и динамики товарообмена между Россией, Китаем, США и Европейским союзом в условиях торговых ограничений / А. Л. Машков, А. Р. Бахтизин // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз, издательство Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Вологодский научный центр Российской академии наук» (Вологда), том 16, № 3, с. 54–80.

60. Мекуш Г. Е. Экономическая оценка прошлого экологического ущерба и потери экономики Кемеровской области от заболеваемости населения [Текст] // Безопасность жизнедеятельности. – 2006. – № 10. – С. 59–64.

61. Монастырский Д. Исследование способов использования фосфогипса в качестве удобрения или компонента комплексного удобрения / Д. Монастырский, М. А. Куликова, А. Р. Шихов [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. — 2024. — №5 (143). — URL: <https://research-journal.org/archive/5-143-2024-may/10.60797/IRJ.2024.143.96> (дата обращения: 18.05.2024). — DOI: 10.60797/IRJ.2024.143.96

62. Наговицина Л. П. Потенциалы организационной культуры и адаптивности/ Л. П. Наговицина, А. А. Алетдинова // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. - 2019. - №4 (52). - С. 146–152.

63. Наилучшие доступные технологии. Предотвращение и контроль промышленного загрязнения. Этап 3: Оценка действенности политик в сфере НДТ. / Управление по окружающей среде, здоровью и безопасности Дирекции по окружающей среде ОЭСР. Пер. с англ. Москва, 2019. 164 с.

64. Национальные проекты РФ. – [Электронный ресурс] – URL: <https://национальныепроекты.рф/projects> Дата обращения: 30.09.2023 г.

65. Нечаев А. В., Поляков Е. Г. Потенциал и реалии редкоземельного сырья Кольского полуострова / А. В. Нечаев, Е. Г. Поляков / Труды Кольского научного центра РАН. Серия: Технические науки. 2023. Т. 14, № 1 С. 64–68. doi:10.37614/2949-1215.2023.14.1.011

66. Никитин А. Ю. Интегрированные формы промышленных предприятий в современной России: особенности организации и тенденции развития // Учет и статистика. 2020. №4 (60).

67. Николаев М. А., Махотаева, М. Ю. Методологические аспекты оценки эффективности инновационных кластеров // Вестник Псковского государственного университета. Серия: Экономика. Право. Управление. 2012. №1.

68. О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации: федеральный закон от 21.07.2014 № 219-ФЗ [ред. от 26.03.2022] // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов – [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/420208818>.

69. О промышленной политике в Российской Федерации: Федеральный закон от 31.12.2014 г. № 488-ФЗ: принят Государственной Думой 16.12.2014 г.: одобрен Советом Федерации 25.12.2014 г. (в ред. от 24.07.2023 г.)

70. Общенациональный план действий, обеспечивающих восстановление занятости и доходов населения, рост экономики и долгосрочные структурные изменения в экономике (одобрен на заседании Правительства РФ 23.09.2020 (протокол № 36, раздел VII) № П13-60855 от 02.10.2020)

71. Онлайн-платформа статистики о геологии и науках о земле. – [Электронный ресурс] – URL : [Geology.com](https://geology.com). Дата обращения: 10.02.2024.

72. Официальный сайт Baltic Industrial Symbiosis. – [Электронный ресурс] – URL: [https://tyreman.ru/bis\\_en?ysclid=lr12tnuf6472132013](https://tyreman.ru/bis_en?ysclid=lr12tnuf6472132013). Дата обращения: 12.03.2024.

73. Официальный сайт АО «ФосАгро» URL: [https://cdn.phosagro.ru/upload/Buklet\\_PG\\_200x200.pdf](https://cdn.phosagro.ru/upload/Buklet_PG_200x200.pdf) (дата обращения: 19.03.2024).

74. Пастухов А. Л. Рециклинг и промышленные симбиозы как организационно-технологические факторы экономического развития и национальной безопасности // ТТПС. 2021. №3 (57).

75. Печенская М. А. Бюджетный потенциал в системе потенциалов территории: теоретико-методологические аспекты // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. - 2018. - №5. - С. 61–73.

76. Плотников, В. А. Новые вызовы экономической безопасности в условиях современной политико-экономической турбулентности / В. А. Плотников // Государство и рынок: евразийская доминанта развития в условиях формирования многополярного мира : Коллективная монография. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2023. – С. 205-215.

77. Портер М., Крамер М. Капитализм для всех / Harvard Business Review — Россия /Март 2011. С. 39.

78. Порфирьев Б.Н., Широков А.А., Колпаков А.Ю. Комплексный подход к стратегии низкоуглеродного социально-экономического развития России // Георесурсы. - 2021. - Т. 23. № 3. С. 3–7.

79. Правительство Российской Федерации (2014с), Постановление Правительства РФ от 23 декабря 2014 г. № 1458 (ред. от 28.12.2016) «О порядке определения технологии в качестве наилучшей доступной технологии, а также разработки, актуализации и опубликования информационно-технических справочников по наилучшим доступным технологиям», <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102364534&intelsearch=23.12.2014+N+1458>.

80. Преображенский Б. Г. Промышленный симбиоз как инструмент циркулярной экономики / Б. Г. Преображенский, Т. О. Толстых, Н. В. Шмелева //

Регион: системы, экономика, управление. – 2020. – № 4(51). – С. 37–48. – DOI 10.22394/1997-4469-2020-51-4-37-48.

81. Пригожин И. Порядок из хаоса : Новый диалог человека с природой / И. Пригожин, И. Стенгерс; Перевод с англ. Ю. А. Данилова; Общ. ред. и послесл. В. И. Аршинова и др. - М. : Прогресс, 1986. - 431 с.

82. Приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 07.05.2014 г. №861 «Об образовании Межведомственного совета по переходу на принципы наилучших доступных технологий и внедрению современных технологий». – [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456000837>

83. Приказ Росстата от 09.10.2017 №665 (ред. От 15.04.2019) «Об утверждении методики расчета показателя «Прирост высокопроизводительных рабочих мест, в процентах к предыдущему году»

84. Притворова А. А. Ресурсный потенциал предприятия: сущность, роль и оценка / А. А. Притворова. - Текст : непосредственный // Молодой ученый. - 2020. - № 5 (295). - С. 121–123. - URL: <https://moluch.ru/archive/295/66895/>. Дата обращения: 18.11.2023 г.

85. Проект ФЗ «О технологической политике в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (подготовлен Минэкономразвития России 17.10.2023 г.

86. Производство и охрана окружающей среды: экологический, экономический и правовой аспект : Учебное пособие / В. И. Ефимов, А. В. Мясков, И. В. Петров [и др.]. – Москва : МГГУ, 2011. – 227 с. – ISBN 978-5-4347-0026-9.

87. Распоряжение Правительства России от 06.10.2021 № 2816-р «Об утверждении перечня инициатив социально-экономического развития Российской Федерации до 2030 года»

88. Распоряжение Правительства России от 29.05.2019 № 1124-р «Об утверждении плана мероприятий по реализации Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года»

89. Распоряжение Правительства РФ от 09.06.2020 № 1523-р «Об утверждении Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года»

90. Распоряжение Правительства РФ от 11.02.2021 № 312-р «Об утверждении Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года»

91. Распоряжение Правительства РФ от 13.02.2019 № 207-р «Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года»

92. Распоряжение Правительства РФ от 14.07.2021 N 1912-р (ред. от 30.12.2023) «Об утверждении целей и основных направлений устойчивого (в том числе зеленого) развития Российской Федерации»

93. Распоряжение Правительства РФ от 27.12.2019 № 3227-р «Об утверждении плана реализации Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года

94. Распоряжение Правительства РФ от 29.08.2013 N 1535-р «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности»

95. Реймерс Н. Ф. Экология (теории, законы, правила принципы и гипотезы)—М.: Журнал «Россия Молодая», 1994 - 367 с.

96. Российская ассоциация производителей удобрений. URL: [https://rapu.ru/news/proekty\\_fosagro\\_i\\_evrokhima\\_voshli\\_vo\\_vtoroe\\_/1572/?ysclid=1w7toj7srv888220771](https://rapu.ru/news/proekty_fosagro_i_evrokhima_voshli_vo_vtoroe_/1572/?ysclid=1w7toj7srv888220771) (дата обращения: 09.04.2024).

97. Савон Д. Ю. Применение инновационных методов ресурсосбережения при переработке и утилизации отходов в производственной сфере / Д. Ю. Савон, М. А. Абрамова // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – № 8. – С. 280-288.

98. Самарина В. П. "Зеленая экономика" России: некоторые вопросы теории и методологии / В. П. Самарина // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2015. – Т. 11, № 2(287). – С. 2-9.

99. Семенов Е. А. Детерминанты формирования природно-ресурсного потенциала Оренбургской области [Электронный ресурс] / Е. А. Семенов, Д. В. Григорьевский, Д. С. Мелешкин // Международный научно-исследовательский журнал, 2017. - №11-3 (65) . - С. 165-168.

100. Симакова Н. А. Природно-ресурсный потенциал как фактор социально-экономического развития региона // ИВУЗ ПР Естественные науки. 2013. №1.

101. Скворцова Е. В. Измерение и шкалирование в маркетинговых исследованиях / Е. В. Скворцова // Маркетинг: идеи и технологии 2013 № 1. - С. 42-49

102. Скобелев Д. О. Политика повышения ресурсной эффективности для обеспечения устойчивого развития российской промышленности: диссертация доктора Экономических наук: 08.00.05.- Апатиты, 2022.

103. Скобелев Д. О. Потенциал применения концепции наилучших доступных технологий для принятия решений о государственной поддержке реального сектора Российской экономики в условиях глобального энергоперехода / Д. О. Скобелев, А. А. Ученоев // Экономика устойчивого развития. – 2021. – № 4(48). – С. 168–179. – DOI 10.37124/207991362021448168

104. Скобелев Д. О. Применение концепции наилучших доступных технологий в различных системах зеленого финансирования: международный опыт и перспективы использования в государствах-членах Евразийского экономического союза / Д. О. Скобелев, А. А. Волосатова, Т. В. Гусева, С. В. Панова // Вестник евразийской науки. – 2022. – Т. 14, № 2. – С. 33.

105. Скобелев Д. О. Промышленная политика повышения ресурсоэффективности для формирования устойчивых экономических систем / Д. О. Скобелев // Ресурсная экономика, изменение климата и рациональное природопользование : Материалы XVI Международной научно-практической конференции Российского общества экологической экономики, Красноярск, 05-10 июля 2021 года. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2021. – С. 164–166.

106. Смородинская Н. В. Как укрепить конкурентоспособность в условиях глобальных вызовов: кластерный подход / Н. В. Смородинская, В. Е. Малыгин, Д. Д. Катуков // Под ред. Н. В. Смородинской. – М.: Институт экономики РАН, 2015. – 49 с.
107. Современный экономический словарь 1999 г.
108. Соседенко Т. Ю. Фосфогипс в качестве удобрения / Т. Ю. Соседенко, А. С. Пичугина, С. М. Васькин. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 47 (337). — С. 433–435. — URL: <https://moluch.ru/archive/337/75444/> (дата обращения: 19.03.2024).
109. Стандарт организации Балаковского филиала АО «АПАТИТ» №24406528-01-2020. Фосфогипс дорожный для строительства дорожных одежд. Технические условия (Изм. № 2), 2020 г.
110. Строительные растворы на основе фосфогипса и безобжиговой технологии: специальность 05.23.05: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Семенов Виктор Николаевич, 2002. – 174 с.
111. Структура информационно-технического справочника. Национальный стандарт Российской Федерации, ГОСТ Р 113.00.03-2019 г. Дата введения 01.02.2020 г.
112. Тагаева Т. О. Россия на пути к устойчивому развитию [Текст] / Т. О. Тагаева, Л. К. Казанцева // Экологический вестник России. – 2020. – № 6. – С. 18–25.
113. Толстых Т. О. Принципы и цели устойчивого развития в стратегиях развития промышленных предприятий / Т. О. Толстых, О. А. Кондратьева // Регион: системы, экономика, управление. – 2021. – №3(54). – С. 120–127. – DOI 10.22394/1997-4469-2021-54-3-120-127.
114. Толстых Т. О. Роль коллаборации в развитии интеграции промышленных предприятий / Т. О. Толстых, Н. В. Шмелева, Л. А. Гамидуллаева, В. С. Краснобаева // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2023. – № 1(45). – С. 5–36. – DOI 10.21685/2227-8486-2023-1-1.

115. Торочков Е. Л. Вторичные ресурсы, образующиеся в химической промышленности / Е. Л. Торочков, А. И. Ряшко // Энциклопедия технологий. Эволюция и сравнительный анализ ресурсной эффективности промышленных технологий. – Москва, Санкт-Петербург : Центр экологической промышленной политики, 2019. – С. 801–821.

116. Трусова А. Ю. Анализ социально-экономических данных средствами многомерного шкалирования // Прикладная информатика. 2009. №6.

117. Тяглов С. Г. Особенности определения технологии в качестве НДТ: Российский и зарубежный опыт / С. Г. Тяглов, Г. Н. Воскресова// JER. 2019. №2.

118. Указ Президента Российской Федерации № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» 28.02.2024 г.

119. Указ Президента Российской Федерации от 04.12.2020 № 754 «О специальном представителе Президента Российской Федерации по связям с международными организациями для достижения целей устойчивого развития»

120. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»

121. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года»

122. Умаров З. З., Ягольницер М. А., Толстов А. В., Боярко Г. Ю., Похиленко Н. П., Даминов А.С., Кузьмин В.И., Воронов Ю.П., Николаев М. В., Ануфриева С. И., Комин М. Ф. Создание в Сибири технологической платформы по добыче и переработке редкоземельных металлов (дискуссия) // ЭКО. 2012. №11 (461).

123. Умнов В. А. Углеродный след как индикатор воздействия экономики на климатическую систему [Текст] / В. А. Умнов, О. С. Коробова, А. А. Скрябина // Вестник РГГУ. Серия: Экономика. Управление. Право. – 2020. – № 2. – С. 85–93.

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

125. Федеральный закон от 10.01.2002 г. №7-ФЗ (ред. от 26.03.2022 г.) «Об охране окружающей среды» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2022 г.).

126. Федеральный проект «Экономика замкнутого цикла». Утв. указом президента №474

127. Федосеев А. В. Интеграция промышленных предприятий: исследование и оценка эффективности [Текст] : монография / А.В. Федосеев. – Челябинск : Изд-во ЮУрГГПУ, 2018 – 160 с

128. Федулова Н. А. Ресурсный потенциал торговых организаций: Оценка и эффективность его использования: диссертация кандидата Экономических наук: 08.00.05.- Новосибирск, 2005.

129. Хакен Г. Информация и самоорганизация: Макроскопический подход к сложным системам / Г. Хакен; Перевод с англ. Ю. А. Данилова; [Предисл. Ю. Л. Климонтовича]. - М. : Мир, 1991. - 240 с.

130. Череповицын А. Е. Концептуальные подходы к формированию промышленной политики развития отрасли редкоземельных металлов / Череповицын А. Е., Соловьева В. М. // Известия УГГУ. 2022. №2 (66).

131. Шалмуев А. А. Основные составляющие потенциалов регионального развития // ЭВР. 2006. №4.

132. Шинкевич А. И. Проблемы управления ресурсоэффективностью промышленных объектов в российских условиях [Текст] / А. И. Шинкевич, А. Э. Валиуллин // Экономический вестник Республики Татарстан. – 2020. – № 4. – С. 19–24.

133. Шмелева Н. В. Методические подходы к оценке ресурсной эффективности промышленных экосистем / Н. В. Шмелева // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2023. – № 1(45). – С. 70–84. – DOI 10.21685/2227-8486-2023-1-4

134. Шмелева Н. В. Теория и методология стратегии развития промышленных экосистем: диссертация доктора Экономических наук: 08.00.05.- Москва, 2023.

135. Экологизация малых и средних предприятий: Пособие по инструментам природоохранной политики для стран Восточного партнерства ЕС // Организация экономического сотрудничества и развития. – 2015. – [Электронный ресурс] – URL: <https://www.oecd.org/environment/outreach/Greening-SMEs-policy-manual-rus.pdf>

136. Экологическая промышленная политика Российской Федерации // Российский Союз Промышленников и Предпринимателей. – 2014. – 77 с. – [Электронный ресурс] – URL: <https://www.rspp.ru/upload/iblock/799/3b4e2be673af36f8eecaaba53fcaa1f.pdf>

137. Экология и экономика: тенденция к декарбонизации. Бюллетень о текущих тенденциях российской экономики // Аналитический центр при Правительстве РФ. – 2020. – [Электронный ресурс] – URL: [https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/BRE/\\_%D0%BE%D0%BA%D1%82%D1%8F%D0%B1%D1%80%D1%8C\\_web.pdf](https://ac.gov.ru/uploads/2-Publications/BRE/_%D0%BE%D0%BA%D1%82%D1%8F%D0%B1%D1%80%D1%8C_web.pdf)

138. Экология: природа и общество- вопросы регулирования : Учебник / В. Г. Гридин, Т. Т. Исмаилов, А. Р. Калинин [и др.] ; под редакцией А. В. Корчака, В. А. Харченко. – Москва : ООО «ТИД «Студент», 2011. – 255 с. – (Для высших учебных заведений). – ISBN 978-5-4363-0006-1.

139. Экономика, организация, управление природными и техногенными ресурсами : учебное пособие / В. Г. Гридин, А. Р. Калинин, А. А. Кобяков [и др.] ; Под редакцией А.А. Кобякова, В.А. Харченко. – Москва : Горная книга, 2012. – 752 с. – (Охрана окружающей среды). – ISBN 978-5-98672-256-6.

140. Юлин М. Технологии ММК: наилучшие из доступных [Текст] / М. Юлин // Магнитогорский металл. – 2019. – 26 окт. (№ 122/13627). – С. 4.

141. Яценко В. А. Прогноз динамики спроса на мировом рынке редкоземельных металлов /В. А. Яценко, М. Е. Лебедева // Мир экономики и управления. 2021. №4.

142. Яшалова Н. Н. Анализ проявления эффекта декарбонизации в экологоэкономической деятельности региона // Региональная экономика: теория и практика. – 2014. – № 39. – С. 54–61.

### **Научная литература и источники на иностранных языках**

143. Adizes I. Corporate Lifecycles: how and why corporations grow and die and what to do about it. Englewood Cliffs. N.J.: Prentice Hall. 1988.

144. Agudo F.L., Bezerra, B.S., Paes, L.A.B., Gobbo Júnior, J.A. Proposal of an Assessment Tool to Diagnose Industrial Symbiosis Readiness. *Sustain. Prod. Consum.* 2022, 30, 916–929.

145. Aid G., Brandt, N. Lysenkova M., Smedberg N. Looplocal - A Heuristic Visualization Tool to Support the Strategic Facilitation of Industrial Symbiosis. *J. Clean. Prod.* 2015, 98, 328–335.

146. Anane M. A., Bagheri F., Cepolina E. M., Tonelli F. Impact of Transportation Costs on the Establishment of an Industrial Symbiosis Network. *Sustainability.* 2023; 15(22):15701. <https://doi.org/10.3390/su152215701>

147. Angelis-Dimakis A., Arampatzis G., Alexopoulos A., Pantazopoulos A., Vyrides I., Chourdakis N., Angelis V. Waste Management and the Circular Economy in Cyprus—The Case of the SWAN Project. *Environments.* 2022; 9(2):16. <https://doi.org/10.3390/environments9020016>.

148. Angelis-Dimakis A., Arampatzis G., Alexopoulos A., Vyrkou A., Pantazopoulos A., Angelis V. Industrial Symbiosis in the Balkan-Mediterranean Region: The Case of Solid Waste. *Environments.* 2023; 10(1):1. <https://doi.org/10.3390/environments10010001>.

149. Angelis-Dimakis A., Arampatzis G., Pieri T., Solomou K., Dedousis P., Apostolopoulos G. SWAN Platform: A Web-Based Tool to Support the Development

of Industrial Solid Waste Reuse Business Models. *Waste Manage. Res.* 2021, 39, 489–498.

150. Applications for permission to reproduce or translate all or part of this material should be made to: Head of Publications Service, RIGHTS@oecd.org, OECD, 2 rue André-Pascal, 75775 Paris Cedex 16, France.

151. Ayres R. Manufacturing: Investing in Energy and Resource Efficiency/ R. Ayres, C. Van Der Lugt // Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication. United Nations Environment Programme. – 2011. – [Electronic resource] – URL: [https://www.researchgate.net/publication/279182413\\_Manufacturing\\_Investing\\_in\\_Energy\\_and\\_Resource\\_Efficiency](https://www.researchgate.net/publication/279182413_Manufacturing_Investing_in_Energy_and_Resource_Efficiency)

152. Baglio L., Copani F., Leanza M., Amara G., Lombardo E., Ruscica R. Technologies to Obtain Heavy and Precious Metals from Hazardous Waste Incineration Ashes. *Procedia Environ. Sci. Eng. Manag.* 2018, 5, 11–20.

153. Bijon N., Wassenaar T., Junqua G., Dechesne M. Towards a Sustainable Bioeconomy through Industrial Symbiosis: Current Situation and Perspectives. *Sustainability.* 2022; 14(3):1605. <https://doi.org/10.3390/su14031605>.

154. Boliden, Miljörapport 2017 – Boliden Rönnskärs och Rönnskärs hamn, 2017.

155. Bordoli L., Scire' G., Rossi F. Designing Dynamic Sustainable Business Models to Assess the Feasibility of an Industrial Symbiosis: The Case of the Retro-Port Area of Trieste. *Businesses.* 2023; 3(2):368-381. <https://doi.org/10.3390/businesses3020023>.

156. Brändström J., Eriksson O. How Circular Is a Value Chain? Proposing a Material Efficiency Metric to Evaluate Business Models. *J. Clean. Prod.* 2022, 342, 130973.

157. Braun A.-T., Schöllhammer O., Rosenkranz B. Adaptation of the Business Model Canvas Template to Develop Business Models for the Circular Economy. *Procedia CIRP* 2021, 99, 698–702.

158. Bruel A., Godina R. A Smart Contract Architecture Framework for Successful Industrial Symbiosis Applications Using Blockchain Technology. *Sustainability*. 2023; 15(7):5884. <https://doi.org/10.3390/su15075884>.

159. Castellet-Viciano L., Hernández-Chover V., Bellver-Domingo Á., Hernández-Sancho F. Industrial Symbiosis: A Mechanism to Guarantee the Implementation of Circular Economy Practices. *Sustainability*. 2022; 14(23):15872. <https://doi.org/10.3390/su142315872>.

160. Chupina Z., Chursin A., Boginsky A., Kvasov I. Sustainable Economic Development of Enterprises: A Methodology Based on the Toolkit. *Sustainability* 2023, 15, 12682. <https://doi.org/10.3390/su151712682>.

161. Cost and performance of carbon dioxide capture from power generation// International Energy Agency. – 2011. – [Electronic resource] – URL: [https://iea.blob.core.windows.net/assets/d9d7ae5a-a694-4440-bc81-0d20699b45b1/costperf\\_ccs\\_powergen.pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/d9d7ae5a-a694-4440-bc81-0d20699b45b1/costperf_ccs_powergen.pdf)

162. Directive 2006/21/EC of the European Parliament and of the Council of 15 March 2006 on the management of waste from extractive industries and amending Directive 2004/35/EC. – [Electronic resource] – URL: <https://eurlex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32006L0021>

163. EC, "Criteria for identifying key environmental issues for the review of BREFs", IED Article 13 forum meeting 19 October 2015, <https://circabc.europa.eu/sd/a/22f919af-dae4-4fc2-b84fdc66ba2ba952/5.1%20Key%20environmental%20issues.pdf>, 2015.

164. EC, Report from the Commission to the Council and the European Parliament on implementation of Directive 2010/75/EU and final reports on its predecessor legislation, 2017. URL: <http://www.ipex.eu/IPEXL-WEB/dossier/document/COM20170727.do>

165. EPA, "NPDES Permit Limits", [www.epa.gov/npdes/npdes-permit-limits#tbls](http://www.epa.gov/npdes/npdes-permit-limits#tbls), accessed 02 January 2024.

166. EU, Council Directive 84/360/EEC of 28 June 1984 on the combating of air pollution from industrial plants, 1984. URL:

<https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/528ec084-3b51-44d4-8511-d9c612d6b651/language-en>

167. EU, Council Directive 96/61/EC of 24 September 1996 concerning integrated pollution prevention and control, <http://COUNCIL DIRECTIVE 96/61/EC> of 24 September 1996 concerning integrated pollution prevention and control

168. EU, Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control), 2010. URL: <https://eurlex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0075&from=EN>

169. Garcia-Muiña F.E., González-Sánchez R., Ferrari A.M., Volpi L., Pini M., Siligardi C., Settembre-Blundo D. Identifying the Equilibrium Point between Sustainability Goals and Circular Economy Practices in an Industry 4.0 Manufacturing Context Using Eco-Design. *Soc. Sci.* 2019, 8, 241.

170. Green Industrial Policy. Concept, Policies, Country Experiences. – [Electronic resource] – URL: <https://www.un-page.org/resources/green-industrial-policytrade/green-industrial-policy-concept-policies-country-experiences>. Дата обращения: 01.10.2023 г.

171. Greiner L. «Evolution and Revolution as Organizations Grow» *Harvard Business Review*. July-August 1972.

172. Haller H., Fagerholm A.-S., Carlsson P., Skoglund W., van den Brink P., Danielski I., Brink K., Mirata M., Englund O. Towards a Resilient and Resource-Efficient Local Food System Based on Industrial Symbiosis in Härnösand: A Swedish Case Study. *Sustainability* 2022, 14, 2197. <https://doi.org/10.3390/su14042197>.

173. Henriques J., Castro P.M., Dias R., Magalhães B., Estrela M. Potential Industrial Synergies in the Steelmaking and Metal-Processing Industry: By-Products Valorization and Associated Technological Processes. *Sustainability*. 2023; 15(21):15323. <https://doi.org/10.3390/su152115323>.

174. Homrich A.S., Galvão G., Abadia L.G., Carvalho M.M. The Circular Economy Umbrella: Trends and Gaps on Integrating Pathways. *J. Clean. Prod.* 2018, 175, 525–543.

175. Industry 4.0 as the vector of industrial development in emerging economies in the age of intellectual machines: a financial aspect / V. S. Osipov, G. N. Semenova, G. A. Adamova, L. B. Larina // *International Journal of Economic Policy in Emerging Economies*. – 2024. – Vol. 19, No. 3/4. – P. 381-392. – DOI 10.1504/ijepee.2024.139076.

176. Kaplan R. *The Strategy Focused Organization: How Balanced Scorecard Companies Thrive in the New Business Environment* [Text] / R. Kaplan, D. Norton. – Boston MA: Harvard Business School Press, 2000. – 400 p.

177. Kim H.-W., Dong L., Choi A.E.S., Fujii M., Fujita T., Park H.-S. Co-Benefit Potential of Industrial and Urban Symbiosis Using Waste Heat from Industrial Park in Ulsan, Korea. *Resour. Conserv. Recycl.* 2018, 135, 225–234.

178. Kobayashi H., Murata H., Fukushige S. Connected Lifecycle Systems: A New Perspective on Industrial Symbiosis. *Procedia CIRP* 2020, 90, 388–392.

179. Korhonen J. Four ecosystem principles for an industrial ecosystem. *Journal of Cleaner Production* 2011, 9(3), 253–259.

180. Kowalski Z., Kulczycka J., Makara A., Mondello G., Salomone R. Industrial Symbiosis for Sustainable Management of Meat Waste: The Case of Śmiłowo Eco-Industrial Park, Poland. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2023; 20(6):5162. <https://doi.org/10.3390/ijerph20065162>;

181. Krugman P. R., Obstfeld M. *International economics: Trade and policy*. (7th ed.). [Text] / P. R. Krugman, M. Obstfeld – Boston: Pearson Addison Wesley, 2006. – 783 p.

182. Lee D., Yoo H. and Kim Y. "Korea's transition to the IPCC: Introduction of BAT-based Integrated ACT", 19th EGU General Assembly, EGU2017, proceedings from the conference held 23-28 April, 2017 in Vienna, Austria. 2017. p.19402, <http://adsabs.harvard.edu/abs/2017EGUGA..1919402L>.

183. Liu Z., Hansen D.W., Chen Z. Leveraging Digital Twins to Support Industrial Symbiosis Networks: A Case Study in the Norwegian Wood Supply Chain Collaboration. *Sustainability*. 2023; 15(3):2647. <https://doi.org/10.3390/su15032647>.

184. MacArthur E. Towards a Circular Economy: Business Rationale for an Accelerated Transition, Greener Management International. 2013.
185. Makarova A., Meshalkin V., Kunryavtseva E., Bulatov I. Ecological and Economic Model of Performance Evaluation of the Companies Involved in the Responsible Care® Program. // Chemical Engineering Transactions, 2017, Vol. 61, p. 1477-1482.
186. Marshall A. Principles of Economics. N.Y.: McMillan Publishing Company, 1922. First ed. 1890.
187. Martin M. Industrial symbiosis networks: Application of circular economy for resource efficiency. Handbook of the Circular Economy edited by Brandão M, Lazarevic D, Finnveden G., forthcoming 2020, Edward Elgar Publishing Ltd., UK. 2019.
188. Meadows D. H., Meadows D. L. et al. The Limits to Growth. N.Y., Potomac, 1974. Рус. пер.: Медоуз Д. Х., Медоуз Д. Л., Рэндерс Й., Беренс У. Пределы роста. Доклад по проекту Римского клуба «Сложное положение человечества». М.: Изд-во МГУ, 1991.
189. Mochalova L. A., Sokolova O. G. Subsurface Waste Management in the Conditions of Circular Economy. E3S Web Conf. 2020, 177, 05007.
190. Moore J.F. The death of competition: Leadership and strategy in the age of business ecosystems. New York: Harper Collins. 1997.
191. Mulrow J. S., Derrible S., Ashton W. S., Chopra S. S. Industrial Symbiosis at the Facility Scale. J. Ind. Ecol. 2017, 21, 559–571.
192. Network Evolution Model with Preferential Attachment at Triadic Formation Step / S. Sidorov, T. Emelianov, S. Mironov [et al.] // Mathematics. – 2024. – Vol. 12, No. 5. – DOI 10.3390/math12050643.
193. NZFOA, "New Zealand Environmental Code of Practice for Plantation Forestry", <https://www.nzfoa.org.nz/resources/file-libraries-resources/codes-of-practice/44-environmental-code-of-practice/file>, 2007.
194. OECD, Report on OECD Project on best available techniques for preventing and controlling industrial chemical pollution - Activity II: Approaches to

establishing best available techniques (BAT) around the world, 2018. URL: <http://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/approaches-toestablishing-best-available-techniques-around-the-world.pdf>

195. Pearce D., Markandya A., Barbier E. *Blueprint 1: For a Green Economy* (1st ed.). Routledge. 1989. <https://doi.org/10.4324/9781315070223>.

196. Pesch H., Louw L. Exploring the Industrial Symbiosis Potential of Plant Factories during the Initial Establishment Phase. *Sustainability*. 2023; 15(2):1240. <https://doi.org/10.3390/su15021240>.

197. Rare Earths - U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2023

198. Robert S. Kaplan and David P. Norton, «Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System», *Harvard Business Review*, January-February 1996, p.365

199. Rossi E., Bertassini A. C., Santos Ferreira C., dos, Amaral W. A. N., do, Aldo Roberto Ometto A. R. Circular economy indicators for organizations considering sustainability and business models: Plastic, textile and electro-electronic cases // *Journal of Cleaner Production* 2020. - vol. 247, art. no. 119137. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.119137

200. Samus T. Assessing the natural resource use and the resource efficiency potential of the Desertec concept [Text] / T. Samus, B. Lang, H. Rohn // *Solar Energy*. – 2013. – Vol. 87. – Pp. 176–183.

201. Santos V.E.N., Magrini A. Biorefining and Industrial Symbiosis: A Proposal for Regional Development in Brazil. *J. Clean. Prod.* 2018, 177, 19–33.

202. Science park // International Association of Science Parks and Areas of Innovation. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.iasp.ws/our-industry/definitions/> (дата обращения: 09.04.2024).

203. Shmeleva, N.; Tolstykh, T.; Krasnobaeva, V.; Boboshko, D.; Lazarenko, D. Network Integration as a Tool for Sustainable Business Development. *Sustainability* 2024, 16, 9353. <https://doi.org/10.3390/su16219353>

204. Solow R. M. The economics of resources or the resources of economics [Text] // American Economic Review. 1974. – Vol. 64 (2) – Pp. 1–14.

205. SSCPOP “Guidelines on Best Available Techniques and Provisional Guidance on Best Environmental Practices Relevant to Article 5 and Annex C of The Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants”, UNEP, Geneva, <http://chm.pops.int/Implementation/BATandBEP/>, 2008.

206. Stieglitz J. (2019). People, power, and profits: Progressive capitalism for an age of discontent. W. W. Norton & Company. 366 p.

207. Tagaeva T.O., Gilmundinov V.M., Kazantseva L.K., Sinigaeva D.D. “Green” Economy and "Green" Investments in Russia. – DOI: 10.1088/1755-1315/962/1/012035 // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: Evolution of Biosphere and Technogenesis (2nd EBT 2021) 30th August-2nd September 2021, Chita, Russian Federation. – 2022. – Vol. 962. – Article no. 012035.

208. Technical report by the Bureau of the United Nations Statistical Commission (UNSC) on the process of the development of an indicator framework for the goals and targets of the post-2015 development agenda (Working draft) (англ.). Sustainable Development Knowledge Platform. United Nations. 19 марта 2015. Дата обращения: 01.10.2023 г.

209. Tolstykh T. O. Evaluation of Circular and Integration Potentials of Innovation Ecosystems for Industrial Sustainability / T. O. Tolstykh, N. V. Shmeleva, L. A. Gamidullaeva // Sustainability, - 2020. – 12. - P. 45-74. <https://doi.org/10.3390/su12114574>.

210. Tolstykh T. O. Principles of Industrial Ecosystem Design: Life Cycle Analysis / T. O. Tolstykh, N. V. Shmeleva, I. I. Ulvacheva [et al.] // , 27–28 февраля 2020 года. Vol. 148, 2020. – P. 671-676.

211. Tolstykh T. O. The Role of Collaboration in the Development of Industrial Enterprises Integration / Tolstykh T. , Shmeleva N, Gamidullaeva L, Krasnobaeva V. // Sustainability. 2023; 15(9):7180. <https://doi.org/10.3390/su15097180>.

212. Tong T., Zainudin N.B., Yan J., Rahman A.A. The Impact of Industry Clusters on the Performance of High Technology Small and Middle Size Enterprises. *Sustainability* 2023, 15, 9333. <https://doi.org/10.3390/su15129333>

213. UNECE "Workshop on best available techniques, organized by the Task Force on Technoeconomic Issues", [www.unece.org/index.php?id=41997#/,](http://www.unece.org/index.php?id=41997#/) 2016.

214. UNEP "Report of the group of technical experts on the development of guidance required under article 8 of the Convention", Intergovernmental negotiating committee to prepare a global legally binding instrument on mercury, seventh session, Dead Sea, Jordan, 10-15 March 2016, [www.mercuryconvention.org/Portals/11/documents/meetings/inc7/English/7\\_6\\_e\\_emissions.pdf,](http://www.mercuryconvention.org/Portals/11/documents/meetings/inc7/English/7_6_e_emissions.pdf) 2015.

215. UNIDO, «Eco-Industrial Parks - Achievements and Key Insights from the Global RECP Programme». Swiss Confederation, 2019.

216. United Nations, Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015, Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development – [Electronic resource] – URL: [https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A\\_RES\\_70\\_1\\_E.pdf](https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf)

217. US EPA (n.d.), Summary of the Clean Air Act, <https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-cleanair-ac>

218. US EPA (n.d.), Summary of the Pollution Prevention Act, <https://www.epa.gov/lawsregulations/summary-pollution-prevention-act> (accessed on 26 February 2019)

219. US EPA (n.d.), Table of Historical Sulfur Dioxide National Ambient Air Quality Standards (NAAQS), <https://www.epa.gov/so2-pollution/table-historical-sulfur-dioxide-national-ambient-air-qualitystandards-naaqs>

220. US EPA, Federal Water Pollution Control Act, 2002. URL: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2017-08/documents/federal-water-pollution-controlact-508full.pdf>

221. Van Berkel R. Materials recycling for circular economy. International Conference on Sustainable Growth through Material Recycling – Policy Prescriptions. [Text] // New Delhi: National Institution for Transformation of India. 2018. – [Electronic resource] – URL: <http://icrs2021dublin.ucd.ie/Sub/About.html>.

222. Varvaringos I., Skourtanioti E., Letsos G., Rizoudi E., Makras E., Panagiotopoulou M., Papadaki S., Valta K. Promoting Sustainable Fruit and Vegetable Biowaste Management and Industrial Symbiosis through an Innovative Web Platform. *Waste*. 2023; 1(2):532-548. <https://doi.org/10.3390/waste1020032>.

223. Verstina, N. G. Specifics of managerial decisions made by the heat-supplying organizations management during the selection of the partner organizations / N. G. Verstina, N. M. Fomenko // E3S Web of Conferences, Saint-Petersburg, 29–30 октября 2020 года. Vol. 220. – Saint-Petersburg: EDP Sciences, 2020. – P. 01101. – DOI 10.1051/e3sconf/202022001101.

224. Wang J. "Analysis of linkage and orientation among BAT and emissions permits", [http://mp.weixin.qq.com/s/GsJgJkPLmurl\\_4sb14e52A](http://mp.weixin.qq.com/s/GsJgJkPLmurl_4sb14e52A), 2016.

225. Wang L., Guo Q., Yu X. Stability-Level Evaluation of the Construction Site above the Goaf Based on Combination Weighting and Cloud Model. *Sustainability* 2023, 15, 7222. <https://doi.org/10.3390/su15097222>

226. Wang Q., Cao M., Yang Y. Study on the Vulnerability of Municipal Solid Waste Resource Symbiosis Network—A Case Study Based on the Construction of Zero Waste City in Panjin. *Energies*. 2023; 16(12):4711. <https://doi.org/10.3390/en16124711>.

227. Yatsenko V., Lebedeva M., Demand Forecasting in World Rare Earth Metals Market. *World of economics and management*. 21. P. 124-145. 2021.

228. Yeo Z., Masi D., Low J., Ng Y., Tan P., Barnes S. «Tools for Promoting Industrial Symbiosis: A Systematic Review». *Journal of Industrial Ecology*, 23 (5): 2019. 1087–1108. <https://doi.org/10.1111/jiec.12846>.

229. Yu Y., Gao X., Meng W., He Y., Zhang C. Industrial Structure Optimization of Wuhan Urban Agglomeration Based on TFP and Industrial Spatial Linkages. *Land*. 2022; 11(10):1703. <https://doi.org/10.3390/land11101703>

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1 – Характеристики экспертов

№	Сфера работы	Образование/степень	Опыт работы, лет
1.	Научное подразделение	д.э.н.	18
2.	Научное подразделение	д.э.н.	17
3.	Промышленное предприятие	степень магистра	14
4.	Научное подразделение	д.т.н.	9
5.	Промышленное предприятие	степень магистра	11
6.	Промышленное предприятие	степень магистра	16
7.	Промышленное предприятие	степень магистра	19
8.	Научное подразделение	д.э.н.	19
9.	Научное подразделение	д.т.н.	20
10.	Промышленное предприятие	степень магистра	15
11.	Научное подразделение	степень магистра	14
12.	Правительство	д.э.н.	8
13.	Промышленное предприятие	степень магистра	21
14.	Промышленное предприятие	степень магистра	9
15.	Промышленное предприятие	степень магистра	11
16.	Промышленное предприятие	степень магистра	14
17.	Научное подразделение	д.э.н.	13
18.	Промышленное предприятие	степень магистра	14
19.	Научное подразделение	д.т.н.	30
20.	Научное подразделение	д.т.н.	27
21.	Промышленное предприятие	степень бакалавра	8
22.	Промышленное предприятие	степень бакалавра	8
23.	Правительство	степень магистра	16
24.	Научное подразделение	степень магистра	14
25.	Промышленное предприятие	степень магистра	17
26.	Промышленное предприятие	степень бакалавра	8
27.	Промышленное предприятие	степень бакалавра	10
28.	Промышленное предприятие	степень бакалавра	9
29.	Научное подразделение	д.т.н.	33
30.	Научное подразделение	д.э.н.	24
31.	Научное подразделение	степень магистра	8
32.	Промышленное предприятие	степень магистра	13
33.	Промышленное предприятие	степень бакалавра	7
34.	Научное подразделение	к.э.н.	14
35.	Промышленное предприятие	к.т.н.	23
36.	Промышленное предприятие	к.т.н.	8
37.	Промышленное предприятие	степень магистра	7
38.	Промышленное предприятие	степень магистра	32
39.	Промышленное предприятие	к.т.н.	14
40.	Промышленное предприятие	степень бакалавра	7
41.	Промышленное предприятие	степень магистра	8
42.	Научное подразделение	к.х.н.	10
43.	Промышленное предприятие	к.э.н.	13
44.	Научное подразделение	к.э.н.	11
45.	Научное подразделение	степень магистра	9
46.	Промышленное предприятие	степень магистра	10
47.	Промышленное предприятие	степень магистра	22

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2 – Акт о внедрении (ООО «УЗТМ»)



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «УНЕЧСКИЙ ЗАВОД ТУГОПЛАВКИХ МЕТАЛЛОВ»  
ООО «УЗТМ»

## АКТ

о внедрении результатов диссертационного исследования на соискание ученой степени кандидата экономических наук Краснобаевой Виктории Сергеевны на тему:  
«Разработка механизма ресурсоэффективного взаимодействия  
промышленных предприятий»

Настоящим подтверждаем, что материалы диссертационного исследования В. С. Краснобаевой используются в научно-исследовательской и производственной практике ООО «УЗТМ».

Использованы следующие разработки В. С. Краснобаевой:

- показатели оценки экономического, экологического, социального, инновационно-технологического и предпринимательского эффектов;
- организационно-экономический механизм взаимодействия промышленных интеграций для повышения их ресурсоэффективности;
- алгоритм оценки развития сетевой интеграции на основе принципов НДТ.

Элементы используются для оценки инвестиционной привлекательности проектов по развитию партнерского взаимодействия с потенциальными участниками промышленного сектора.

Заместитель директора  
по производству и качеству  
ООО «УЗТМ»

М.П.



/К.И. Кочуров/

Дата: 29.07.2024

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3 – Акт о внедрении (ФГАУ НИИ «ЦЭПП»)



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
Научно-исследовательский институт  
Центр экологической  
промышленной политики  
(ФГАУ «НИИ «ЦЭПП»)

141006, Московская область, г. Мытищи,  
Олимпийский проспект, д. 42  
Тел.: +7 (495) 583-65-83, +7 (495) 240-00-00  
E-mail: [info@eipc.center](mailto:info@eipc.center)  
ОКПО 01877509, ОГРН 1025003533037  
ИНН 5029006847, КПП 502901001  
18.10.2024 № 01-2/1283  
На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

В диссертационный совет  
Д-212.132.171  
на базе ФГАУ ВО НИТУ МИСИС  
119049, г. Москва, Ленинский проспект,  
д. 4, стр. 1

## АКТ

о внедрении результатов диссертационного исследования на соискание ученой степени кандидата экономических наук Краснобаевой Викторией Сергеевной на тему: «Разработка механизма ресурсоэффективного взаимодействия промышленных предприятий»

Настоящим подтверждаем, что материалы диссертационного исследования В. С. Краснобаевой используются в научно-исследовательской практике ФГАУ НИИ «ЦЭПП».

Использованы следующие разработки В. С. Краснобаевой:

- методика оценки инвестиционной привлекательности проектов по развитию партнёрского взаимодействия с потенциальными участниками промышленного сектора для обеспечения технологического суверенитета;
- система показателей для оценки интегрального эффекта создания и развития сетевой интеграции промышленных предприятий в виде кластеров и промышленных симбиозов (включает экономический, экологический, социальный, инновационно-технологический и предпринимательский эффекты);
- система показателей для оценки уровня взаимодействия бизнес-партнеров сетевой интеграции промышленных предприятий (кластеры, промышленные симбиозы).

Заместитель директора  
д.т.н., проф.



Т. В. Гусева