

# ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕГИОНАЛЬНОЙ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ

УДК 338.45

## ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СИМБИОЗОВ

Коды JEL: O32, L60

*Толстых Т. О., доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры индустриальной стратегии, Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», профессор кафедры экономики промышленности, Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова, профессор кафедры менеджмента и маркетинга РХТУ им. Д. И. Менделеева, г. Москва, Россия*

*E-mail: tt400@mail.ru; SPIN-код: 1534-4113*

*Гераськина А. А., аспирант кафедры экономики промышленности, Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова, г. Москва, Россия*

*E-mail: 2121535@bk.ru; SPIN-код: 8442-8951*

*Щелчков К. А., кандидат технических наук, начальник научно-консультационного отдела ФГАУ «НИИ «ЦЭПП», г. Москва, Россия*

*E-mail: k.shchelchkov@ipc.center; SPIN-код: 5987-7462*

Поступила в редакцию 29.04.2024. Принята к публикации 13.05.2024

### Аннотация

*Актуальность темы. В настоящее время промышленные симбиозы привлекают все больше внимания как инструменты для повышения эффективности производства, уменьшения отходов и улучшения экологической устойчивости. Однако, несмотря на потенциальные преимущества, оценка их эффективности, в том числе и в социальном аспекте, до сих пор остается недостаточно изученной областью. В связи с этим проведение исследования по данной теме имеет большое значение для создания промышленных симбиозов, для разработки рекомендаций по их развитию, а также для доверия общественности к современным способам объединения предприятий.*

*Цель. Исследовать подходы к формированию критериев оценки эффективности промышленных симбиозов для определения наиболее эффективных методов оценки их воздействия на экономику, экологию и социальную сферу.*

*Методология. В процессе подготовки работы применялись следующие методы научного исследования: анализ, обобщение, сравнение, систематизация, графический метод и моделирование.*

*Результаты и выводы. На основе анализа работ отечественных и зарубежных авторов, посвященных рассмотрению вопросов оценки эффективности промышленных симбиозов, сделан вывод, что современная научная литература не имеет четких рекомендаций по проведению оценки. Однако, существующие методики анализа экономического, экологического и социального состояния отдельных организаций, а также зарубежные способы анализа социального взаимодействия между акторами симбиозов, адаптивны для составления единой концепции проведения необходимой оценки.*

*Область применения. Полученные результаты исследования могут использоваться промышленными предприятиями, промышленными симбиозами и другими интеграциями для оценки эффективности деятельности.*

*Ключевые слова: промышленный симбиоз, устойчивое развитие, социальная эффективность, актор, экосистемные индикаторы, условия взаимодействия, анализ эффективности, социальная справедливость.*

## APPROACHES TO THE FORMATION OF CRITERIA FOR EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF INDUSTRIAL SYMBIOSES

**JEL Codes:** O32, L60

*Tolstykh T. O., Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department of Industrial Strategy, National Research Technological University "MISiS", Professor of the Department of Industrial Economics, Plekhanov Russian University of Economics, Professor of the Department of Management and Marketing of D. I. Mendeleev Russian State Technical University, Moscow, Russia  
E-mail: tt400@mail.ru; SPIN-code: 1534-4113*

*Geraskuna A. A., Post-Graduate Student of the Department of Industrial Economics, Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia  
E-mail: 2121535@bk.ru; SPIN-code: 8442-8951*

*Shchelchikov K. A., Candidate of Technical Sciences, Head of the Scientific Consulting Department of FSAU «Research Institute «CEPP», Moscow, Russia  
E-mail: k.shchelchikov@eipc.center; SPIN-code: 5987-7462*

### Abstract

The relevance of the topic. *Nowadays, industrial symbioses are attracting more and more attention as tools to increase production efficiency, reduce waste and improve environmental sustainability. However, despite the potential advantages, the assessment of their effectiveness, including in the social aspect, still remains an insufficiently studied area. In this regard, conducting research on this topic is of great importance for the creation of industrial symbioses, for the development of recommendations for their development, as well as for public confidence in modern ways of combining enterprises.*

*Goal. To investigate approaches to the formation of criteria for evaluating the effectiveness of industrial symbioses in order to determine the most effective methods for assessing their impact on the economy, ecology and social sphere.*

*Methodology. In the process of writing the work, the following methods of scientific research were used: analysis, generalization, comparison, systematization, graphical method and modeling.*

*Results and conclusions. Based on the analysis of the works of domestic and foreign authors devoted to the consideration of issues of evaluating the effectiveness of industrial symbioses, it is concluded that modern scientific literature does not have clear recommendations for conducting an assessment. However, the existing methods of analyzing the economic, environmental and social condition of individual organizations, as well as foreign methods of analyzing social interaction between symbiotic actors, are adaptive to the creation of a unified concept for conducting the necessary assessment.*

*The scope of application. The obtained research results can be used by industrial enterprises, industrial symbioses and other integrations to assess the effectiveness of activities.*

*Keywords: industrial symbiosis, sustainable development, social efficiency, actor, ecosystem indicators, interaction conditions, efficiency analysis, social justice.*

DOI: 10.22394/1997-4469-2024-65-2-113-125

### Введение

В настоящее время промышленные симбиозы привлекают все больше внимания как инструменты повышения эффективности производства, уменьшения образования отходов и повышения экологической эффективности производства. Однако, несмотря на потенциальные преимущества, оценка их эффективности, в том числе и в социальном аспекте, до сих пор остается недостаточно изученной областью. В связи с этим, проведение исследования по данной теме имеет большое значе-

ние для создания промышленных симбиозов, для разработки рекомендаций по их развитию, а также для повышения доверия общественности к современным способам объединения предприятий. В статье рассматриваются актуальные проблемы и подходы к формированию критериев оценки эффективности промышленных симбиозов, выделены группы индикаторов для анализа, а также установлено, достаточно ли данных одной группы индикаторов для полной оценки эффективности.

**Степень разработанности проблемы**

Промышленные симбиозы (ПС) нельзя рассматривать в отрыве от социального контекста, в котором они существуют по причине неотъемлемой связи с обществом, рынком, другими компаниями. Симбиозы могут нести пользу обществу с точки зрения поощрения экологической эффективности производства, но существовать в отрыве от общества и не являться социально эффективными.

Промышленные симбиозы являются способом достижения целей устойчивого развития по каждому из трех направлений: экономическому, экологическому и социальному. Если по первым двум направлениям существует множество способов расчета с помощью индикаторов, коэффициентов и др. из разных сфер экономической теории, то проведение анализа социальной эффективности требует выявления не только количественных показателей, но и качественных критериев. Кроме того, изученность данной темы в мировом научном сообществе значительно ниже [18].

Необходимость проведения анализа социальной эффективности промышленных симбиозов обусловлена современными тенденциями устойчивого развития: деятельность коллабораций и отдельных компаний, в частности, промышленных, которые оказывают негативное воздействие на окружающую среду, привлекает внимание и государства, и общественности, и других компаний, а открытость и доступность данных касательно деятельности самих предприятий и их ресурсной эффективности напрямую влияет на их репутацию и возможности дальнейшего развития. Во эпоху цифровизации

(диджитализации) экономических систем упрощается возможность проведения анализа деятельности предприятий, создания новых способов привлечения покупателей/ инвесторов, а также расширяется потенциал внедрения современных инноваций в производство, однако, появляется необходимость учитывать и социальную составляющую деятельности.

Понимание этого контекста имеет решающее значение для разработки действий по развитию симбиозов.

Современные подходы к анализу ПС позволили расширить понимание процесса перехода к более циклическому подходу к использованию сырьевых материалов и энергетических ресурсов во всей промышленной системе, однако, они не учитывают другие важные аспекты, формирующие процессы принятия решений, такие как «социальные нормы или культурное происхождение». Эти аспекты трудно охватить количественными экономическими моделями. Следовательно, при переходе к более устойчивой организации промышленной системы, интеграция материальных и экономических систем может оказаться недостаточной для «понимания системы». Сочетание анализа количественных и качественных показателей формирует подход для более широкого понимания сетей промышленных симбиозов, а также социальных и культурных норм, которые формируют определение «экологической» проблемы [6].

Существующие теоретические подходы к оценке социальной эффективности промышленных симбиозов могут быть разделены следующим образом (таблица 1):

Таблица 1

*Теоретические подходы к оценке социальной эффективности промышленных симбиозов*

Подход	Источник
Подход применяется к сетям промышленного симбиоза для понимания взаимодействий между компаниями и их окружением, что помогает определить центральных участников сети, силу взаимоотношений и потенциал для сотрудничества. Изучая структуру сети, исследователи могут оценить социальную эффективность промышленных симбиозов [13]	Анализ социальных сетей
Делается фокус на развитии промышленного симбиоза в конкретных географических районах с учетом уникальных характеристик и проблем каждой области. Анализируя региональный контекст, исследователи могут лучше понять факторы, которые способствуют или препятствуют развитию промышленного симбиоза и его социальной эффективности [13]	Региональный промышленный симбиоз
Анализируются факторы, которые способствуют или препятствуют участию предприятий в промышленном симбиозе. Выявляя барьеры и движущие силы, можно предложить стратегии преодоления рисков и усиления возможностей [7]	Барьеры и движущие силы
Всесторонний обзор промышленного симбиоза проводится с помощью тематических исследований, в которых представлены реальные примеры промышленных симбиозов. Анализируя тематические исследования, определяются условия, при которых ПС наиболее эффективен, а также факторы, способствующие его социальной эффективности [12]	Тематические исследования
Подход расширяет применение анализа социальных сетей за пределы самой сети промышленного симбиоза, рассматривая более широкий социальный контекст, в котором функционируют эти сети. Учитывая социальные, экономические и политические факторы, влияющие на промышленный симбиоз, можно получить более глубокое понимание социальной эффективности ПС [11]	Применение в теории социальных сетей

Рассмотренные теоретические подходы обеспечивают всестороннее понимание социальных аспектов промышленных симбиозов, предлагая информацию об их оценке и взаимодействии. Применяя такие подходы, следует провести анализ социальной эффективности ПС в различных контекстах и определить стратегии ее повышения.

Промышленный симбиоз представляет собой один из аспектов промышленной экологии, который предлагает иной порядок обмена материалами и энергией, чем это было принято в промышленном мире [5].

Предприятия используют друг друга в качестве источников ресурсов с целью сокращения отходов и повышения эффективности использования ресурсов, что может включать обмен отходами одного предприятия в качестве сырья для другого, совместное использование инфраструктуры или совместную разработку новых технологий.

На возможные условия взаимодействия предприятий в рамках ПС влияют различные факторы, например, региональный контекст и конкретные промышленные зоны.

Социальная эффективность промышленных симбиозов относится к оценке позитивного влияния симбиозов на общество и социальное благополучие. Она измеряет, насколько успешно промышленные симбиозы способствуют улучшению качества жизни людей, созданию рабочих мест, справедливому распределению доходов и социальной справедливости [13].

При создании методики оценки социальной эффективности промышленных симбиозов следует обратить внимание на следующие аспекты, которые прямо или косвенно влияют на социальную составляющую деятельности ПС:

1. Занятость и экономическое развитие: Необходимо учитывать количество созданных рабочих мест и способность промышленных симбиозов стимулировать экономическое развитие в регионе. Важно также принять во внимание влияние на местное сообщество и возможности для местных предпринимателей.

2. Устойчивое развитие: Промышленные симбиозы должны способствовать устойчивому развитию, уменьшению негативного воздействия на окружающую среду и повышению энергетической эффективности. В анализ должны входить показатели воздействия на качество воздуха, воды и почвы, а также сокращение выбросов и использование возобновляемых источников энергии [18].

3. Социальная справедливость: Оценка должна учитывать влияние промышленных симбиозов на социальную справедливость, что может включать анализ доступности рабочих мест, образовательных возможностей, доступа к услугам здравоохранения и др.

4. Здоровье и безопасность: Промышленные симбиозы должны способствовать улучшению здоровья и безопасности работников и местного населения. Оценка может включать анализ воздействия на здоровье людей, включая предотвращение загрязнения и минимизацию рисков для здоровья, а также анализ экономической и информационной безопасности симбиоза [18].

5. Вовлечение сообщества: Необходимо учитывать степень вовлеченности местного сообщества в процесс разработки и реализации промышленных симбиозов. Важно принимать во внимание мнения и интересы всех заинтересованных сторон, а также обеспечить прозрачность и открытость в принятии решений.

Совокупность описанных аспектов отображена на рисунке 1.

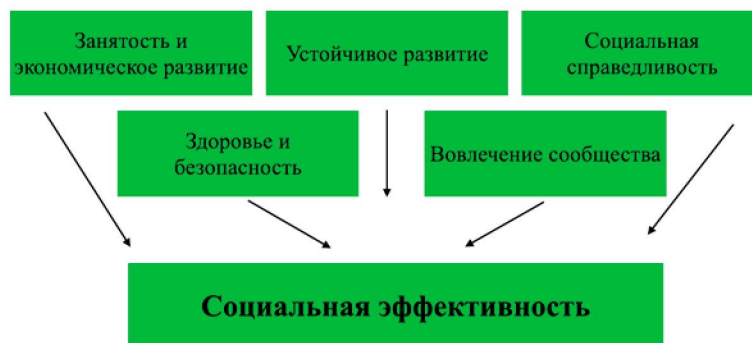


Рис. 1. Аспекты, влияющие на социальную составляющую промышленных симбиозов.

Источник: составлено авторами по материалам исследования

Оценка социальной эффективности помогает определить, насколько симбиозы способствуют устойчивому развитию и социальному благополучию, и позволяет выявить области

для улучшения и оптимизации в деятельности.

Различные исследования в области промышленных симбиозов в настоящее время спо-

способствовали интеграции социального аспекта в анализ и понимание потоков в области промышленной экологии. Хотя многие из этих исследований предлагают рекомендации для понимания структуры ПС, по-прежнему не хватает интегративных подходов для оценки, анализа и понимания социальных и организационных аспектов развития промышленных симбиозов [6], [8].

Таким образом, оценка эффективности промышленных симбиозов, в том числе и в социальном аспекте, до сих пор остается недостаточно изученной областью. В связи с этим, проведение исследования по данной теме имеет большое значение для создания промышленных симбиозов, для разработки рекомендаций по их развитию, а также для доверия общественности к современным способам объединения предприятий.

**Цель** проводимого исследования заключается в исследовании подходов к формированию критериев оценки эффективности промышленных симбиозов для определения наиболее эффективных методов оценки их воздействия на экономику, экологию и социальную сферу.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Для анализа существующих способов проведения оценки социальной эффективности внутри промышленных симбиозов необходимо понимание возможных взаимоотношений между компаниями-участниками. Грамотное сотрудничество между акторами влияет на результативность деятельности симбиоза в целом, на возможность расширения, на репутацию в общественности и др.

Рассмотрим возможные условия взаимодействия между предприятиями в рамках промышленных симбиозов:

1. Обмен ресурсами: Предприятия могут обмениваться отходами, энергией, водой или другими ресурсами, чтобы сократить затраты и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду. Например, одно предприятие может использовать отходы другого в качестве сырья для своего производства.

2. Совместное использование инфраструктуры: Происходит сотрудничество в использовании общей инфраструктуры, такой как логистические системы, склады или производственные площадки, что может позволить снизить издержки и повысить эффективность использования ресурсов.

3. Совместные исследования и разработки: Организации могут сотрудничать в проведении исследований и разработок, чтобы создать новые продукты, технологии или процессы, что может помочь повысить конкурентоспособность симбиоза и отрасли в целом.

4. Общая маркетинговая стратегия: Сеть может разработать совместную маркетинговую стратегию для продвижения своих продуктов и услуг на рынке для увеличения узнаваемости и привлечения покупателей/ инвесторов.

6. Обучение и обмен опытом: Предприятия могут организовывать семинары, тренинги или обмены сотрудниками для обучения и обмена опытом, что может способствовать повышению квалификации персонала и развитию инновационной культуры [19], [8].

Взаимодействие между предприятиями в рамках промышленных симбиозов может быть взаимовыгодным для всех участников, способствовать устойчивому развитию и созданию конкурентных преимуществ, что может осуществляться через совместное использование ресурсов или внедрение стратегий, или же через обмен, как представлено на рисунке 2.



Рис. 2. Условия взаимодействия между предприятиями в рамках промышленных симбиозов.

Источники: составлено авторами по материалам исследования



Рассмотрим существующие методики оценки социальной эффективности ПС с точки зрения взаимодействия внутри самого симбиоза.

Например, для анализа влияния социальных структур на принятие решений в рамках промышленных симбиозов, Биндер предлагает методологический подход «Структурно-акторный анализ». Действие актора формируется социальной структурой и оказывает влияние на окружающую среду. В то же время изменения в окружающей среде влияют на актора, его осведомленность и восприятие проблемы и на социальную структуру. Ученым предложен семиступенчатый метод, состоящий из семи последовательных шагов:

- идентификация соответствующих акторов;
- определение соответствующих структурных факторов, влияющих на действия акторов;
- взвешивание структурных факторов при действиях акторов;

- составление «диаграммы агент-структура»;
- определение возможностей и ограничений акторов;
- определение потенциальных взаимодействий между акторами;
- оценка потенциального влияния действий акторов на структуру.

Метод описывает критерии создания/расширения критерии стоит опираться при создании/расширении симбиозов при появлении потенциальных акторов [6], [14]. Этот подход охватывает множество теорий, моделей и методов анализа, которые делают акцент на содержании отношений и структуре связей между различными организационными подразделениями, а также адаптируется под анализ социальной эффективности сетей промышленных симбиозов. Подход оценивает качество взаимодействия между участниками симбиоза, что непосредственно влияет на деятельность всей коллаборации в целом (таблица 2).

Таблица 2

## Основные компоненты анализа социальной эффективности сетей промышленных симбиозов

Компонент	Характеристика	Связь с промышленными симбиозами
1	2	3
Сеть	— Сильная зависимость от взаимности, сотрудничества, репутации, качества коммуникации, а также неформального климата, ориентированного на взаимную выгоду; — Отношения обмена являются долгосрочными и повторяющимися; — Между участниками сети существует частое и взаимовыгодное сотрудничество [9]	Сети ПС сосредоточены на вопросах охраны окружающей среды, которые не являются ядром бизнес-стратегии. Культура компании будет определять predisposition предприятия к участию в ПС. Участие компании в сети может повлиять на ее общую стратегию, если культура сотрудничества влияет на другие сферы деятельности.
Расстояние	Расстояние между двумя объектами определяется набором узлов и линий, которые их соединяют. Оптимальная связь «предполагает сочетание наименьшего количества посредников с наиболее интенсивными взаимодействиями» [16]	Концепция расстояния может быть применена к сетям ПС, исходя из количества линий, соединяющих организации.
Центральность	Показателем центральности является «количество связей, которые участник сети имеет с другими участниками». Также существуют показатели центральности, чтобы отразить важность узла в сети [15]	Показатель является показателем положения различных узлов в сети и значимости роли, которую играет каждый из них.
Характеристики структуры сети	Прочие характеристики сети: — открытость/закрытость сети для вступления новых участников; — слабые/ сильные связи, в зависимости от непрерывности, частоты и качества взаимодействия между участниками; — доверие, что связано с понятием стабильности [8]	Каждая из этих характеристик оказывает влияние на структурные аспекты сетей ПС.
Взаимность	Обозначает взаимовыгодность отношений между акторами. Включает в себя: — Прямые выгоды; — Чувство взаимности в долгосрочной перспективе; — Балансировка в сети — распределение средств в сети [15]	В экономическом аспекте структура промышленных симбиозов предполагает взаимовыгодный обмен между участниками, который связан не только с окупаемостью в краткосрочной перспективе.

1	2	3
Доверие	Доверие лежит в основе сетевой формы управления и выступает в качестве основного механизма координации. Согласно Льюису Вайгерту, следующие условия позволяют возникнуть доверию: — все участники должны верить, что действия направлены на достижение общих ценностей; — общие ценности — общие цели; — чувство солидарности в соответствии с ожиданиями участников; — доверие должно подкрепляться эмпирическими данными и прошлыми действиями [10]	Данная концепция рассматривает доверие как основу сотрудничества между участниками, которое играет важную роль в дальнейшем развитии сети.
Укорененность	Уззи анализирует производительность сетей и ее влияние на результативность деятельности ПС и определяет характеристики сети: — доверие; — передача информации; — совместное решение проблем. Эти особенности позволили бы компаниям, использующим сети, быть более гибкими и быстрее адаптироваться к среде [14]	При высоких показателях укорененности в сети, симбиозу легче адаптироваться к рынку и повышать свою эффективность.

Источники: составлено авторами по данным [8, 9, 15, 10, 14, 16]

Из данных таблицы следует, что подход анализа социальных сетей адаптивен к сетям промышленных симбиозов. Каждый из рассмотренных выше компонентов оказывает влияние на одну или несколько составляющих самого симбиоза. Однако, данные компоненты направлены на улучшение сотрудничества и коммуникации между акторами ПС и не предполагают взаимодействия со внешними пользователями.

Для проведения оценки социальной эффективности промышленных симбиозов необходим обобщенный набор индикаторов, с помощью которых проведение анализа было бы возможным. В настоящее время в научной литературе существует достаточно мало методик для проведения такого анализа. Большинство исследований направлено на оценку деятельности симбиозов в целом, в частности, на их влияние на окружающую среду и на возможные экономические выгоды для акторов, что довольно редко включает оценку социальной составляющей. Наиболее известные работы были представлены в начале 2000-х годов, и они не подразумевали адаптацию под современные способы обмена информацией между различными пользователями.

Показатели для оценки социальной эффективности сети промышленного симбиоза могут включать следующее:

Показатели социальных выгод: Рассматривают показатели, измеряющие социальные выгоды промышленного симбиоза: показатели создания рабочих мест, вовлеченности сообщества и социальной справедливости.

Социально-реляционные индикаторы: Социально-реляционные индикаторы могут использоваться для оценки социальной эффективности промышленного симбиоза путем оценки качества отношений и взаимодействий между компаниями. Эти индикаторы могут включать показатели доверия, коммуникации и сотрудничества.

Экосистемные индикаторы: Используются для оценки социальной эффективности промышленного симбиоза путем оценки воздействия сети на местное сообщество и окружающую среду. Эти индикаторы могут включать показатели эффективности использования ресурсов, сокращения отходов и качества окружающей среды.

Анализ социальных сетей (SNA): SNA может использоваться для оценки социальной эффективности сетей промышленного симбиоза путем анализа взаимоотношений и взаимодействий между компаниями. Такой подход может помочь определить ключевых участников, модели коммуникации и возможности для сотрудничества [13].

Таким образом, показатели для оценки социальной эффективности сети промышленного симбиоза могут включать анализ социальных сетей, показатели социальных выгод, социально-реляционные показатели и экосистемные показатели. Эти показатели могут помочь оценить влияние промышленного симбиоза на социальные аспекты, такие как создание рабочих мест, вовлечение общественности, социальная справедливость и качество окружающей среды. Группы индикаторов и сами показатели показаны на рисунке 3.

Показатели социальных выгод:	Социально-реляционные индикаторы:	Экосистемные индикаторы:	Анализ социальных сетей:
Создание рабочих мест	Показатели доверия	Эффективность использования ресурсов	Анализ взаимоотношений и взаимодействий между компаниями
Социальная справедливость	Показатели сотрудничества	Сокращение отходов	Определение ключевых уча-я, модели коммуникации и возможности для сотрудничества
Вовлеченность сообщества	Показатели коммуникации	Качество окружающей среды	Анализ мультиплектности

Рис. 3. Индикаторы оценки социальной эффективности сети промышленных симбиозов  
Источник: составлено авторами по материалам исследования

Для более точного анализа применение нескольких видов индикаторов может дать более подробную информацию о текущем состоянии социальной эффективности промышленных симбиозов. Каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки, в частности, при применении на конкретных примерах симбиозов.

Первой группой индикаторов являются показатели социальных выгод. Социальный анализ включает оценку воздействия промышленного симбиоза на общество, в том числе на занятость, условия труда, местное развитие и общественное здоровье. Здесь применяются методы социологических исследований, анализа заинтересованных сторон и оценки социального воздействия.

1. Создание рабочих мест — здесь можно рассмотреть показатели трудовой способности предприятий после объединения в симбиоз, а также после расширения симбиоза или отдельных компаний и продолжения работе в интеграции. Данный показатель необходимо рассматривать в динамике. То есть сравнивается количество рабочих мест на конец отчетного периода с концом предыдущего отчетного периода в абсолютных и относительных показателях.

2. Социальная справедливость (СС) определяется пропорцией между получаемыми благами и тяготами жизни людей и устанавливает равновесие между противоречивыми интересами индивида, общества и государства [1]. СС может быть рассмотрена с объективной и субъективной стороны.

— С объективной оцениваются статистические переменные: доходы сотрудников в сравнении со средними доходами региона; развитие социальной инфраструктуры (например, доступность к медицинским услугам, к обучению) и другие.

— С субъективной стороны оценивается удовлетворенность сотрудников условиями труда по разным аспектам, например, с использованием опросников.

3. Вовлеченность сообщества показывает, насколько общество или сотрудники заинтересованы в деятельности симбиоза. Здесь рассчитывается коэффициент вовлеченности ( $ER$  — на примере анализа активности социальных сетей) — часть заинтересованной/вовлеченной части сотрудников в деятельности ПС делится на общее число сотрудников.

4. В группе социально-реляционных индикаторов рассматриваются показатели отношения сотрудников (или части заинтересованного сообщества в регионе) к деятельности промышленного симбиоза:

1) показатели доверия оценивают отношение сотрудников, заинтересованного сообщества, инвесторов или покупателей к деятельности симбиоза. В этом ключе рассматривается система безопасности в ПС, открытость, маркетинг, репутация, отзывы и тд. Например, для оценки доверия покупателей можно оценить индекс уровня доверия клиентов  $Tx(y,a)$  — обобщенная оценка степени «основного доверия» субъекта  $x$  объекту доверия  $y$  на основе прошлого опыта взаимодействия.

$$Tx(y,a) = Ux(a) \times (Ix(a) \times TxC(y)), \quad (1)$$

где  $Ux(a)$  означает «ценность ситуации  $a$  для субъекта доверия  $x$ »;

$Ix(a)$  — «важность ситуации  $a$  для субъекта доверия  $x$ »;

$TxC(y)$  — обобщенная оценка степени «основного доверия» субъекта  $x$  объекту доверия  $y$  на основе прошлого опыта взаимодействия.

Изменяется в пределах  $[-1; 1]$ , где  $(-1)$  — ярко выраженные негативисты,  $(0)$  — нейтралы и  $(+1)$  — позитивно настроенные пользователи. Может принимать различные значения, так как зависит от количества предшествующих ситуаций взаимодействия. Формула может изменяться в зависимости от субъекта оценки, а также адаптироваться под анализ доверия между акторами промышленного симбиоза [17];

2) показатели сотрудничества отражают эффективность взаимодействий между акторами симбиоза, между отделами в компаниях или



между симбиозом и сторонними организациями. В этом ключе рассматриваются сроки выполнения работ/задач; доступность к информации объекта исследования, а также ее достаточность и достоверность; скорость обратной связи; готовность к сотрудничеству. Методами исследования могут быть анкетирование сотрудников субъектов или опрос руководителей.

1) Показатели коммуникации могут также быть отражены на различных уровнях, например, между компаниями симбиоза, внутри отдельных компаний, между руководством и сотрудниками, между ПС и заинтересованным сообществом, покупателями или инвесторами. С точки зрения коммуникации анализируются способы связи между сторонами, заинтересованность и их эффективность. Из методов, применяемых в практике, можно выделить три метода оценки эффективности коммуникаций: эффективность как отношение результат/затраты — финансовая эффективность коммуникации (отношение прироста интересующего показателя, полученного в результате проведения коммуникации к затратам на их проведение);

2) результат — цель — определяется количественный нефинансовый показатель, достигнутый в результате коммуникации;

3) определяется качественный показатель, определяющий, как коммуникация достигает своей цели, в какой степени выполняются ее функции.

Также в группу социально-реляционных индикаторов можно отнести индекс синергии, коэффициент мутализации для оценки степени взаимовыгодного сотрудничества между акторами, коэффициент локализации.

Следующей группой являются экосистемные индикаторы, которые хоть и не являются полностью частью оценки социальной эффективности, однако, напрямую влияют на нее. Так, каждый из предложенных нами показателей напрямую влияет на репутацию промышленного симбиоза в сообществе, поэтому качество предоставляемой информации по результатам каждого показателя может как улучшить репутацию, так и ухудшить.

Эффективность использования ресурсов является ответом на саму цель создания промышленного симбиоза. В этом ключе можно рассмотреть снижение затрат на закупку ресурсов или на утилизацию отходов, а с экологической — (уровень рециркуляции отходов, степень экономии ресурсов, уровень снижения воздействия на окружающую среду и т. д.). Также можно рассчитать коэффициенты оборачиваемости активов по отдельным предприятиям и симбиоза в целом

$$(kOA = B / (1/2 \times (A_n + A_k)), \quad (2)$$

где В — выручка от реализации за определенный период (стр. 2110 отчета о финансовых результатах); А — величина активов предприятия на начало и конец определенного периода [2].

В показатели снижения отходов можно включить динамику объема сокращения эмиссий в окружающую среду как отдельными акторами, так и симбиоза в целом.

Показатель снижения отходов (PSR) является важным индикатором эффективности управления отходами на предприятии. Он рассчитывается по следующей формуле:

$$PSR = \frac{O1 - O2}{O1}, \quad (3)$$

где O1 — объем отходов за базовый период, а O2 — объем отходов за текущий период.

Показатель PSR позволяет оценить динамику изменения объема отходов и определить направления для оптимизации процесса управления отходами.

К показателями качества окружающей среды можно отнести коэффициенты загрязнения окружающей среды предприятиями симбиоза в динамике.

Коэффициент загрязнения окружающей среды предприятием (CZEP) является одним из ключевых показателей, используемых для оценки воздействия деятельности предприятия на окружающую среду. Он рассчитывается как отношение объема выбросов, сбросов и отходов (V) к объему произведенной продукции (P) за определенный период времени (обычно за год).

$$CZEP = V / P. \quad (4)$$

Важность экосистемных индикаторов для анализа социальной эффективности заключается в качестве предоставляемой информации внешним пользователям. Открытость и доступность данных по снижению негативного воздействия на окружающую среду повысит доверие общественности к деятельности промышленного симбиоза и повлияет на другие социальные показатели. Следовательно, предоставляемая информация также должна включать данные об инновационном оборудовании, применении возобновляемых источников энергии и других возможностях снижения нагрузки на экологию.

Последней группой индикаторов является анализ социальных сетей. Они отражают подход зарубежных авторов и некоторые представленные выше показатели. Согласно исследованиям ученого-экономиста Уззи, грамотно выстроенные сети характеризуются тремя основными чертами: 1) доверием, 2) налаженной передачей информации и 3) совместным решением проблем. Эти особенности позволили бы компаниям быть более гибкими и быстрее

адаптироваться к средам, характеризующихся сложностью и постоянными изменениями. В результате этого компании-участники сетей ПС, могут получить преимущества по сравнению с другими формами управления и нивелировать риски. В таблице 3 рассматривается роль доверия и других основных элементов встроенности в случае сетей промышленных симбиозов [14].

ликовать риски. В таблице 3 рассматривается роль доверия и других основных элементов встроенности в случае сетей промышленных симбиозов [14].

Таблица 3

*Характеристики встроенных сетей*

Характеристика	Механизм	Результат
Доверие	— Размер сети; — История и общий опыт, общие цели и ценности; — Регулярное взаимодействие.	— Снижение риска, связанного с непредсказуемостью участников; — Снижение барьера входа и затрат на обучение; — Готовность к сотрудничеству.
Налаженный способ обмена информацией	— Практика и тесное сотрудничество способствуют пониманию динамики изменений; — Совместное создание новых знаний.	— Гибкость, быстрое реагирование и адаптируемость; — Нивелирование и снижение рисков и затрат.
Совместное решение проблем	— Проведение переговоров по общим вопросам; — Выработка «общего языка».	— Своевременное выявление угроз благодаря быстрой обратной связи и проработанному подходу связи между участниками.
Мультиплексность	— Разнообразии ролей; — Встроенные связи представляют собой комбинацию деловых отношений, дружбы и других социальных/культурных привязанностей.	— Способствует доверию и готовности к сотрудничеству; — Снижение риска, связанного с непредсказуемостью участников; — Придает связям стабильность и гибкость.

Как видно из таблицы 3, социальный аспект играет важную роль при построении грамотного сотрудничества между участниками промышленных симбиозов, что способствует не только упрощению взаимодействия по возникающим проблемам, но и потенциальному устранению возникающих рисков.

Эти социальные механизмы помогают снизить затраты, связанные с координацией и обеспечением безопасности обменов. Изучение наличия этих механизмов в сетях ПС может помочь понять роль, которую они играют в содействии появлению и развитию сетей такого типа. Макрокультура определяет общее понимание, включающее знания, ценности, подходы и модели действий. Чем выше степень структурной укорененности, тем больше участников сети идентифицируют себя с макрокультурой. Распространение макрокультуры усиливает координацию и интеграцию в результате трех взаимодополняющих процессов [8].

Примером для оценки является российский химический холдинг «ФосАгро», который является одним из мировых лидеров отрасли минеральных удобрений. Компания реализует инициативы по повторному использованию сточных вод в производственном цикле. Балаковское подразделение «ФосАгро» имеет замкнутую систему водоснабжения, не сбрасывая стоки в водный бассейн, а перерабатывая их. Компания тем самым осуществляет деятельность по принципу промышленного симбиоза. «ФосАгро» является одним из немногих предприятий, которое предоставляет отчетность по

устойчивому развитию, где отражает корпоративные драйверы УР (миссии и системы ценностей), которые поддерживаются корпоративной стратегией, ожидания заинтересованных сторон, требования международного сообщества относительно уровня зрелости системы управления аспектами устойчивого развития), а также приверженность достижению целей устойчивого развития. С использованием отчетности компании по УР, а также финансовой отчетности, проведем в таблице 4 оценку эффективности данного промышленного симбиоза с применением экосистемных индикаторов и показателей социальных выгод [20].

Из данных таблицы 4 и отчетности компании «ФосАгро» можно сделать вывод, что компания стремится к обеспечению высокого уровня социальной эффективности.

В «ФосАгро» реализуется ряд инициатив, направленных на создание рабочих мест, развитие инфраструктуры, поддержку образования и науки, обеспечение экологической безопасности, реализацию социальных программ и проектов, сотрудничество с местными сообществами и органами власти, участие в социальных проектах и инициативах, а также формирование корпоративной культуры, основанной на принципах социальной ответственности.

Эти инициативы способствуют улучшению качества жизни населения в регионах присутствия компании, повышению уровня социальной защиты, развитию человеческого капитала и формированию положительного имиджа компании.

*Оценка эффективности промышленного симбиоза в компании «ФосАгро» с применением экосистемных индикаторов и показателей социальных выгод*

Индикатор, формула	Результат	Вывод
Эф-ть использования ресурсов (2022 к 2021 гг.) ( $KOA = B / (1/2 \times (A_n + A_{n-1}))$ )	2022: 0,9 2021: 0,87 +0,03	Эффективность использования ресурсов растет, также более детальная информация представлена в годовом отчете об устойчивом развитии компании.
Качество окружающей среды (2022 к 2021 гг.) Удельные выбросы загрязняющих веществ на 1 т продукта, кг/т: Удельные выбросы парниковых газов на 1 т продукта, кг CO <sub>2</sub> -экв./т	2022: 0,793 и 133,1 2021: 0,801 и 135,5 -0,008 и -2,4	Снижение объема выбросов в отчетном периоде, доступность информации о выбросах в годовом отчете об устойчивом развитии компании.
Количество сотрудников: Среднесписочная численность, чел. (2022 к 2021 гг.)	2022: 19846,1 2021: 18320,9 +1525,2	Рост среднесписочной численности сотрудников, также предоставление подробной стратегии управления персоналом.
Показатели доверия сотрудников, % (2022 к 2021 гг.)	2022: 69 2021: 57 +12	Рост доверия персонала к деятельности компании.

Источники: составлено авторами по материалам исследования

Важность экосистемных индикаторов для анализа социальной эффективности заключается в качестве предоставляемой информации внешним пользователям, и для полной оценки изменений в работе компаний до и после объединения в симбиоз или после введения изменений внутри самого ПС необходима открытость и доступность данных в том числе и по экологическим показателям. Открытость и доступность данных по снижению негативного воздействия на окружающую среду повысит доверие общественности к деятельности промышленного симбиоза и повлияет на другие социальные показатели. Следовательно, предоставляемая информация также должна включать данные об инновационном оборудовании, применении возобновляемых источников энергии и других возможностях снижения нагрузки на экологию. Прямая зависимость между изменениями в эффективности использования ресурсов и количестве сотрудников наблюдается, но не во всех рассмотренных компаниях. Следовательно, для полного анализа эффективности промышленных симбиозов недостаточно использование нескольких индикаторов, — применение разных групп в совокупности представит более широкую картину деятельности и поможет выявить существующие тенденции.

### Выводы

Подводя итоги, обозначим основные результаты, полученные в процессе исследования. В статье были рассмотрены, во-первых, теоретические подходы к оценке эффективности промышленных симбиозов. Одни источники делают упор на анализ связей в сетях ПС, дру-

гие — на анализ условий взаимодействия между компаниями и внешними пользователями.

Во-вторых, нами были рассмотрены аспекты, влияющие на социальную составляющую промышленных симбиозов, которые включают в себя абсолютно разные сферы жизни и современного развития общества.

В-третьих, мы рассмотрели возможные условия взаимодействия между предприятиями в рамках промышленных симбиозов, а также различные современные подходы к оценке их эффективности, из чего было выявлено, что в зарубежной литературе делается упор на анализ сотрудничества и коммуникации между акторами симбиозов, а не на взаимодействие с внешними пользователями.

В-четвертых, мы провели анализ эффективности промышленных симбиозов на примере компании «ФосАгро», работающей по принципу симбиоза, и выявили, что предоставляемая ей отчетность об устойчивом развитии дает достаточно информации для оценки. В компании наблюдается положительная динамика по каждому показателю, а данные являются доступными и качественными.

Далее нами предложены индикаторы оценки социальной эффективности сети промышленных симбиозов, которые включали в себя экосистемные индикаторы, социально-реляционные, показатели социальных выгод и анализ социальных сетей, что представляет собой проведение всесторонней оценки социальной эффективности промышленных симбиозов.

Итак, на основании проведенного анализа, можно сделать вывод, что современная научная литература не имеет четких рекомендаций по проведению оценки социальной эффективности

промышленных симбиозов. Однако, существующие методики анализа экономического, экологического и социального состояния отдельных организаций, а также зарубежные способы анализа социального взаимодействия между акторами симбиозов, адаптивны под составление единой концепции проведения необходимой оценки.

### **Информация о конфликте интересов**

*Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи.*

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Гусейнов А. А. Справедливость / А. А. Гусейнов // Философский словарь / Под ред. И. Т. Фролова. — 7 изд., перер. и доп. — Москва: Республика, 2001. — 719 с.
2. Миляев А. В. Справочник экономиста [Электронный ресурс] / А. В. Миляев // [сайт]. — 2000. — № 8. — URL: [https://www.profiz.ru/se/8\\_2022/analiz\\_resursov/?ysclid=lsa5altwly266540191](https://www.profiz.ru/se/8_2022/analiz_resursov/?ysclid=lsa5altwly266540191) (дата обращения: 01.12.2023).
3. Преображенский Б. Г. Промышленный симбиоз как инструмент циркулярной экономики / Б. Г. Преображенский, Т. О. Толстых, Н. В. Шмелева // РСЭУ. — 2020. — № 4 (51). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/promyshlennyy-simbioz-kak-instrument-tsirkulyarnoy-ekonomiki> (дата обращения: 01.12.2023).
4. Скобелев Д. О. Согласование экологической и промышленной политики: глобальные индикаторы / Г. С. Никитин, В. С. Осьмаков, Д. О. Скобелев // Компетентность. — 2017. — No 7 (148). — С. 20—28.
5. Преображенский Б. Г. Промышленный симбиоз как инструмент циркулярной экономики / Б. Г. Преображенский, Т. О. Толстых, Н. В. Шмелева // РСЭУ. — 2020. — № 4 (51). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/promyshlennyy-simbioz-kak-instrument-tsirkulyarnoy-ekonomiki> (дата обращения: 19.04.2024).
6. Binder C. R. (2007a) 'From material flow analysis to material flow management, Part I: social science approaches coupled to material flow analysis', Special issue / C. R. Binder // Journal of Cleaner Production. — Vol. 15. — Pp. 1596—1604.
7. Boom-Cárcao E. Analysis of the Development of Industrial Symbiosis in Emerging and Frontier Market Countries: Barriers and Drivers / Boom-Cárcao, E.; Peñaabena-Niebles, R. Sustainability 2022, 14, 4223.
8. Domenech Teresa & Davies Michael. The social aspects of industrial symbiosis: The application of social network analysis to industrial symbiosis networks. Progress in Industrial Ecology, An International Journal. 6. 10.1504/PIE.2009.026583.
9. Larson A. Network dyads in entrepreneurial settings: a study of the governance of exchange relationships / A. Larson // Administrative Science Quarterly. — 1992. — Vol. 37, No. 1. — Pp. 76—104.
10. Uzzi B. The sources and consequences of embeddedness for the economic performance of organizations: the network effect / B. Uzzi // American Sociological Review. — 1996. — Vol. 61, No. 4. — Pp. 674—698.
11. Lewis D. Trust as social reality / D. Lewis and A. Weigert // Social Forces. — 1985. — Vol. 63, No. 4. — Pp. 967—985.
12. Maoxing Huang. Analysis on the theory and practice of industrial symbiosis based on bibliometrics and social network analysis / Maoxing Huang, Zhenzhen Wang, Ting Chen // Journal of Cleaner Production, Volume 213, 2019, Pages 956—967.
13. Neves Angela. A comprehensive review of industrial symbiosis / Angela Neves, Radu Godina, Susana G. Azevedo, João C. O. Matias Journal of Cleaner Production, Volume 247, 2020, 119113
14. Reza Vahidzadeh. Regional industrial symbiosis: A review based on social network analysis / Reza Vahidzadeh, Giorgio Bertanza, Silvia Scaffoni, Mentore Vaccari // Journal of Cleaner Production, Volume 280, Part 1, 2021, 124054.
15. Uzzi B. The sources and consequences of embeddedness for the economic performance of organizations: the network effect / B. Uzzi // American Sociological Review. — 1996. — Vol. 61, No. 4. — Pp. 674—698.
16. Walker J. Interfirm cooperation and startup innovation in the biotechnology industry / J. Walker // Strategic Management Journal. — 1994. — Vol. 15. — Pp. 387—394. Wasserman S. Social Network Analysis: Methods and Applications / S. Wasserman and K. Faust. — Cambridge, UK : Cambridge University Press, 1994
17. Yang S. Optimal connections: strength and distance in valued graphs / S. Yang and D. Knoke // Social Networks. — 2001. — Vol. 23. — Pp. 285—295.
18. Индекс уровня доверия клиентов к компании [Электронный ресурс] // Анкетолог : [сайт]. — URL: [https://blog.anketolog.ru/2016/02/uroven\\_doveria/?ysclid=lrlzw76tgf257755605](https://blog.anketolog.ru/2016/02/uroven_doveria/?ysclid=lrlzw76tgf257755605) (дата обращения: 01.12.2023).
19. Agenda 21: Programme of Action for Sustainable Development and Rio Declaration. — N. Y., 1993.

20. Nordregio News. Industrial symbiosis [Электронный ресурс] // norden diva-portal : [сайт]. — URL: <https://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:917624/FULLTEXT01.pdf> (дата обращения: 06.01.2024).

21. Компания «ФосАгро». — URL: <https://www.phosagro.ru/> (дата обращения: 06.03.2024).

#### LITERATURE

1. *Huseynov A. A.* Justice / A. A. Huseynov // Philosophical dictionary / Edited by I. T. Frolov. — 7th ed., transl. and additional. — Moscow : Republic, 2001. — 719 p.

2. *Milyaev A. V.* The Economist's Handbook [Electronic resource] / A. V. Milyaev // [website]. — 2022. — No. 8. — URL: [https://www.profiz.ru/se/8\\_2022/analiz\\_resursov/?ysclid=lsa5altwly266540191](https://www.profiz.ru/se/8_2022/analiz_resursov/?ysclid=lsa5altwly266540191) (accessed: 12/01/2023).

3. *Preobrazhensky B. G.* Industrial symbiosis as a tool of the circular economy / B. G. Preobrazhensky, T. O. Tolstykh, N. V. Shmeleva // RSEU. — 2020. — No. 4 (51). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/promyshlennyy-simbioz-kak-instrument-tsirkulyarnoy-ekonomiki> (date of reference: 12/01/2023).

4. *Skobelev D. O.* Coordination of environmental and industrial policy: global indicators / G. S. Nikitin, V. S. Osmakov, D. O. Skobelev // Competence. — 2017. — No. 7 (148). — Pp. 20—28.

5. *Preobrazhensky B. G.* Industrial symbiosis as a tool of circular economy / B. G. Preobrazhensky, T. O. Tolstykh, N. V. Shmeleva. — 2020. — No. 4 (51). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/promyshlennyy-simbioz-kak-instrument-tsirkulyarnoy-ekonomiki> (accessed: 04/19/2024).

6. *Binder C. R.* (2007a) 'From material flow analysis to material flow management, Part I: social science approaches coupled to material flow analysis', Special issue / C. R. Binder // Journal of Cleaner Production. — Vol. 15. — Pp. 1596—1604.

7. *Boom-Cárcamo E.* Analysis of the Development of Industrial Symbiosis in Emerging and Frontier Market Countries: Barriers and Drivers. Boom-Cárcamo, E.; Peñabaena-Niebles, R. Sustainability 2022, 14, 4223.

8. *Domenech Teresa & Davies Michael.* The social aspects of industrial symbiosis: The application of social network analysis to industrial symbiosis networks. Progress in Industrial Ecology, An International Journal. 6. 10.1504/PIE.2009.026583.

9. *Larson A.* Network dyads in entrepreneurial settings: a study of the governance of exchange relationships / A. Larson // Administrative Science Quarterly. — 1992. — Vol. 37, No. 1. — Pp. 76—104.

10. *Uzzi B.* The sources and consequences of embeddedness for the economic performance of organizations: the network effect / B. Uzzi // American Sociological Review. — 1996. — Vol. 61, No. 4. — Pp. 674—698.

11. *Lewis D.* Trust as social reality / D. Lewis and A. Weigert // Social Forces. — 1985. — Vol. 63, No. 4. — Pp. 967—985.

12. *Maoxing Huang.* Analysis on the theory and practice of industrial symbiosis based on bibliometrics and social network analysis / Maoxing Huang, Zhenzhen Wang, Ting Chen // Journal of Cleaner Production. — 2019. — Volume 213. — Pages 956—967.

13. *Neves Angela.* A comprehensive review of industrial symbiosis. Angela Neves, Radu Godina, Susana G. Azevedo, João C. O. Matias Journal of Cleaner Production, Volume 247, 2020, 119113

14. *Reza Vahidzadeh.* Regional industrial symbiosis: A review based on social network analysis / Reza Vahidzadeh, Giorgio Bertanza, Silvia Scaffoni, Mentore Vaccari // Journal of Cleaner Production, Volume 280, Part 1, 2021, 124054.

15. *Uzzi B.* The sources and consequences of embeddedness for the economic performance of organizations: the network effect / B. Uzzi // American Sociological Review. — 1996. — Vol. 61, No. 4. — Pp. 674—698.

16. *Walker J.* Interfirm cooperation and startup innovation in the biotechnology industry / J. Walker // Strategic Management Journal. — 1994. — Vol. 15. — Pp. 387—394. *Wasserman S.* Social Network Analysis: Methods and Applications / S. Wasserman and K. Faust. — Cambridge, UK: Cambridge University Press. 1994

17. *Yang S.* Optimal connections: strength and distance in valued graphs / S. Yang and D. Knoke // Social Networks. — 2001. — Vol. 23. — Pp. 285—295.

18. The index of the level of customer confidence in the company [Electronic resource] // Anketologist : [website]. — URL: [https://blog.anketolog.ru/2016/02/uroven\\_doveria/?ysclid=lrzlw76tgf257755605](https://blog.anketolog.ru/2016/02/uroven_doveria/?ysclid=lrzlw76tgf257755605) (accessed: 12/01/2023).

19. Agenda 21: Program of Action for Sustainable Development and Rio Declaration. — N. Y., 1993.

20. Nordregio News. Industrial symbiosis [Electronic resource] // norden diva-portal : [website]. — URL: <https://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:917624/FULLTEXT01.pdf> (date of application: 06.01.2024).

21. PhosAgro Company. — URL: <https://www.phosagro.ru/> (date of access: 03/06/2024).