

УДК 338.1

<http://doi.org/10.35854/1998-1627-2024-8-953-971>

Коэволюционно-конвергентный потенциал ESG 5.0 как драйвер промышленного роста экономики России в многополярном мире

Александр Васильевич Бабкин¹, Елена Витальевна Шкарупета²✉

^{1, 2} Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия

² Воронежский государственный технический университет, Воронеж, Россия

¹ al-vas@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0941-6358>

² 9056591561@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3644-4239>

Аннотация

Цель. Исследование коэволюционно-конвергентного потенциала, формируемого при синергетической интеграции технологий Индустрии 5.0 и принципов ESG, а также концептуализация данного потенциала как драйвера индустриального роста экономики России в многополярном мире.

Задачи. Уточнение понятия «коэволюционно-конвергентный потенциал» и его имплементация применительно к ESG-развитию версии 5.0 в многополярном мире; выявление трендов и тенденций формирования коэволюционно-конвергентного потенциала ESG 5.0 на основе библиометрического анализа; оценка возможностей и вызовов потенциального влияния коэволюционно-конвергентного потенциала ESG 5.0 на экономический рост в России.

Методология. Исследование проведено с помощью научного метода систематического обзора и метаанализа по модели PRISMA. Использованы методы и инструменты библиометрического анализа, включая VosViewer, biblioshiny в R-среде и аналитика Lens. В качестве интеллектуального ассистента при анализе и структурировании информации применена модель ChatGPT-4.

Результаты. Выявлены ключевые тренды и тенденции формирования коэволюционно-конвергентного потенциала ESG 5.0. Проведен анализ взаимосвязи понятий «Индустрия 5.0» и «ESG», определены наиболее продуктивные авторы и организации, а также основные направления исследований. Подтверждена значительная роль ESG 5.0 в стимулировании устойчивого и инновационного роста экономики России.

Выводы. Коэволюционно-конвергентный потенциал ESG 5.0 имеет огромное значение для содействия индустриальному росту и устойчивому развитию экономики России. В целях реализации этого потенциала необходимо создавать соответствующую инфраструктуру, адаптировать регуляторную среду и увеличивать инвестиции в исследования и разработки.

Ключевые слова: Индустрия 5.0, ESG, ESG 5.0, коэволюционно-конвергентный потенциал, экономика промышленности, библиометрический анализ, bibliometrix, biblioshiny

Для цитирования: Бабкин А. В., Шкарупета Е. В. Коэволюционно-конвергентный потенциал ESG 5.0 как драйвер промышленного роста экономики России в многополярном мире // Экономика и управление. 2024. Т. 30. № 8. С. 953–971. <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2024-8-953-971>

Благодарности: исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (РНФ), проект № 23-28-01316.

© Бабкин А. В., Шкарупета Е. В., 2024

Co-evolutionary-convergent potential of ESG 5.0 as a driver of industrial growth of the Russian economy in a multipolar world

Alexander V. Babkin¹, Elena V. Shkarupeta²✉

^{1, 2} Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia

² Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

¹ al-vas@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0941-6358>

² 9056591561@mail.ru✉, <https://orcid.org/0000-0003-3644-4239>

Abstract

Aim. To study the coevolutionary-convergent potential formed by synergetic integration of Industry 5.0 technologies and ESG principles, as well as to conceptualize this potential as a driver of industrial growth of the Russian economy in a multipolar world.

Objectives. Clarification of the concept of “co-evolutionary-convergent potential” and its implementation in relation to ESG-development version 5.0 in a multipolar world; identification of trends and tendencies in the formation of co-evolutionary-convergent potential of ESG 5.0 on the basis of bibliometric analysis; assessment of opportunities and challenges of the potential impact of co-evolutionary-convergent potential of ESG 5.0 on economic growth in Russia.

Methods. The research was conducted using the scientific method of systematic review and meta-analysis according to the PRISMA model. Methods and tools of bibliometric analysis were used, including VosViewer, biblioshiny in R-environment and Lens analytics. ChatGPT-4 model was applied as an intelligent assistant for analyzing and structuring information.

Results. The key trends and tendencies of ESG 5.0 co-evolutionary and convergent potential formation were revealed. The analysis of the relationship between the concepts of “Industry 5.0” and “ESG” was carried out, the most productive authors and organizations, as well as the main directions of research were identified. The significant role of ESG 5.0 in stimulating sustainable and innovative growth of the Russian economy was confirmed.

Conclusions. The coevolutionary and convergent potential of ESG 5.0 is of great importance for promoting industrial growth and sustainable development of the Russian economy. In order to realize this potential, it is necessary to create appropriate infrastructure, adapt the regulatory environment and increase investment in research and development.

Keywords: Industry 5.0, ESG, ESG 5.0, coevolutionary-convergent potential, industrial economics, bibliometric analysis, bibliometrix, biblioshiny

For citation: Babkin A.V., Shkarupeta E.V. Co-evolutionary-convergent potential of ESG 5.0 as a driver of industrial growth of the Russian economy in a multipolar world. *Ekonomika i upravlenie = Economics and Management*. 2024;30(8):953-971. (In Russ.). <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2024-8-953-971>

Acknowledgments: The research was supported by the Russian Science Foundation (RSF), project No. 23-28-01316.

Введение

В условиях многополярного мира Россия сталкивается с необходимостью проведения ускоренной цифровой реиндустриализации на основе технологического суверенитета и импортоопережения в целях обеспечения способности страны эффективно отвечать на большие вызовы. В Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (РФ) особый акцент сделан на значимости таких вызовов, как трансформация миропорядка, сопровождающаяся перестройкой глобальных финансовых, логистических и производственных систем,

ростом геополитической и экономической нестабильности, международной конкуренции и конфликтности, а также рост антропогенных нагрузок на окружающую среду до масштабов, угрожающих воспроизводству природных ресурсов. Эти вызовы усиливают актуальность разработки новой концепции ESG 5.0, которая могла бы стать теоретическим базисом для резильентного развития российской экономики.

В контексте настоящего исследования под терминологическим конструктом «ESG 5.0» мы понимаем конвергенцию (интеграцию и слияние) и коэволюцию (взаимное развитие и адаптацию) технологий Индустрии 5.0

и ESG-принципов, предоставляющих синергетические возможности человекоцентричных технологий и устойчивых практик для создания более сбалансированных и эффективных производственных экосистем. Основная проблема, на наш взгляд, заключается в недооцененности роли конвергентно-коэволюционного потенциала ESG 5.0 в научно-технологическом развитии нашей страны.

Объект исследования — промышленные ESG-экосистемы, развивающиеся в условиях Индустрии 5.0 в направлении Environment, Intelligent, Cyber, Social, Governance (EICSG) экосистем [1]. Настоящее исследование способствует пониманию того, как инновации и устойчивость могут совместно ускорять экономический рост России в многополярном мире, какие тренды и тенденции способствуют этому процессу. Выводы, полученные в ходе исследования, могут быть положены в основу разработки политик и стратегий, направленных на цифровую реиндустриализацию с целью резильентного развития отечественной экономики в глобальном контексте.

Освещение проблемы и опыта ее решения в зарубежной и отечественной литературе

На основе применения научного метода систематического обзора [2] нами выделено три исследовательских кластера, рассматривающих различные аспекты интеграции ESG-принципов и технологий Индустрии 5.0.

В рамках первого исследовательского кластера «Влияние ESG на финансовые и корпоративные результаты» Исмаил и Азман показывают, что улучшение показателей ESG положительно влияет на финансовые результаты японских компаний [3]. Уиттакер анализирует, как цифровые и «зеленые» трансформации, такие как Общество 5.0 и ESG, могут помочь преодолеть экономическую стагнацию Японии [4]. Романова и Сиротин обсуждают образ будущего основных отраслей промышленно развитых регионов РФ и их стратегий устойчивого развития [5]. Николетти раскрывает роль финансовых технологий и устойчивого банковского дела в рамках Banking 5.0, акцентируя внимание на интеграции ESG-критериев [6]. Савченко и соавторы проводят финансовый и статистический анализ в управлении рисками на финансовом рынке в контексте Индустрии 5.0 [7].

Во втором исследовательском кластере «Инновации и цифровые технологии в контексте ESG и Индустрии 5.0» Чэнь и соавторы анализируют влияние цифровой трансформации на показатели ESG в контексте китайского закона о защите окружающей среды [8]. Де Джованни исследует устойчивость технологии метавселенной с точки зрения ответственной цифровизации для перехода к Индустрии 5.0 [9]. Сод и Ким характеризуют золотой век аудита больших данных и инновации для электронной коммерции, постквантовой криптографии и искусственного интеллекта [10]. Жиронкин и Ездина рассматривают переход от Mining 4.0 к Mining 5.0 и инновационные технологии, связанные с этим переходом [11]. Чэнь и соавторы разрабатывают концепцию и структуру для интеллектуальных горнодобывающих систем в контексте Mining 5.0 [12]. Серрано показывает использование интеллектуальных активов и инфраструктуры, таких как IoT, AI и 5G, для улучшения пользовательского опыта и функциональности [13]. Богдан и соавторы предлагают модель отчетности о производительности устойчивого бизнеса, интегрирующую подход FinESG [14].

Представители третьего исследовательского кластера «Стратегическое управление и устойчивое развитие» Рехман и соавторы рассматривают влияние внутреннего аудита на внедрение факторов ESG [15]. Шорт анализирует необходимость доверия и ответственности в цифровом мире для достижения положительных результатов ESG [16]. Феррейра и Сильва исследуют связь между Обществом 5.0 и ESG в организациях [17]. Череватский обсуждает концепцию устойчивости в экономике и ее значение для Индустрии 5.0, а также переход от неоллиберальной модели капитализма к модели, основанной на ESG [18]. Бабкин и соавторы анализируют переход от ESG к EICSG в стратегическом управлении в Индустрии 5.0 [1].

Критический анализ имеющихся в литературе, экономической и управленческой практике подходов к решению проблемы

Перечислим ряд актуальных исследований, которые могут быть рассмотрены в качестве методологической основы формирования коэволюционно-конвергентного потенциала ESG 5.0:

1) Асиф и соавторы [19] пишут о том, что Индустрия 5.0 придает приоритет человекоцентричности, устойчивости и резильентности, что согласуется с основными ценностями ESG;

2) Йошумаз и Узун [20] эмпирически доказывают, что существует двусторонняя положительная взаимосвязь между процессами Индустрии 5.0 и ESG;

3) Рехман и Умар [21] показывают, что Индустрия 5.0 может значительно влиять на ESG-факторы, улучшая устойчивость, условия труда и операционные преимущества;

4) Секаран и соавторы [22] показывают, что интеграция ESG в управление цепочками поставок помогает уменьшить экологическое воздействие и повысить устойчивость индустрии;

5) Петрика и соавторы [23] выявляют ключевые тенденции и взаимосвязи в многочисленных публикациях (1 430) о ESG с другими концепциями в сфере устойчивого развития, такими как корпоративная социальная ответственность (КСО), «зеленая» экономика, циркулярная экономика, цифровизация, технологии, Индустрия 4.0 и Индустрия 5.0.

Несмотря на множество научных трудов, анализирующих взаимосвязь и интеграцию Индустрии 5.0 и ESG, коэволюционно-конвергентный потенциал этих двух концепций практически не рассмотрен. Существующие исследования в основном сосредоточены на отдельных аспектах внедрения технологий Индустрии 5.0 и их влияния на ESG-показатели.

Систематизированное изложение концептуальных положений и методов, направленных на разрешение проблемы

1. Уточнение понятия

«коэволюционно-конвергентный потенциал» и его имплементация применительно к ESG-развитию версии 5.0 в многополярном мире

Как указано во введении к настоящему исследованию, ESG 5.0 можно рассматривать как конвергенцию и коэволюцию технологий Индустрии 5.0 и ESG-принципов, предоставляющих синергетические возможности для создания более сбалансированных и эффективных производственных экосистем.

Значение коэволюционно-конвергентного подхода к ESG 5.0 обнаружено в нескольких аспектах [24]:

- в познавательном аспекте коэволюционно-конвергентный подход предполагает объединение разнородных наук для реализации концепции производства эко-эколого-социального знания на основе их взаимодействия;
- в методологическом аспекте коэволюционно-конвергентный подход ориентирует на интегративный взгляд к решению проблем ESG и Индустрии 5.0, учитывая развитие мировоззренческих позиций;
- в преобразовательном аспекте коэволюционно-конвергентный подход учитывает интересы всех взаимодействующих акторов для создания гармоничных и устойчивых производственных экосистем на основе пятерной инновационной спирали [25];
- в воспитательном аспекте коэволюционно-конвергентный подход к ESG 5.0 способствует формированию гуманного и гармоничного отношения человека к технологиям и природе под девизом «Технологии для человечества» [20].

Коэволюционно-конвергентный потенциал — это интегративный конструкт, описывающий способности и возможности различных систем, технологий или процессов к взаимному развитию и адаптации (коэволюции) и их интеграции и слиянию (конвергенции) для достижения синергетического эффекта. В контексте ESG 5.0 данное понятие отражает потенциал взаимодействия передовых технологий, устойчивых практик и управленческих инноваций для создания резильентных и эффективных производственных экосистем.

2. Выявление трендов и тенденций формирования коэволюционно-конвергентного потенциала ESG 5.0 на основе библиометрического анализа

С целью выявления трендов и тенденций формирования коэволюционно-конвергентного потенциала ESG 5.0 в качестве основного научного метода нами выбран библиометрический анализ. Выбор этого метода обоснован следующими обстоятельствами:

- помогает выделить наиболее значимые и часто цитируемые работы, определяя основные направления и фокус внимания ученых;
- анализ соавторства и совместного использования ключевых слов позволяет понять, как различные междисциплинарные области взаимодействуют и интегрируются в рамках исследований по ESG 5.0;

- определение наиболее продуктивных авторов и организаций способствует пониманию того, кто вносит наибольший вклад в развитие концепции и где сконцентрированы основные исследования;
- позволяет выявить, в каких странах проводят наиболее активные исследования, что важно для международного сотрудничества и обмена знаниями.

Донтху и соавторы [26] выделили четыре этапа, которые необходимо пройти для проведения библиометрического анализа. Рассмотрим последовательно каждый этап.

Этап 1. Определение цели и объема библиометрического исследования. Целью исследования является установление интереса исследователей, их осведомленности, а также тенденций среди научных публикаций о ESG 5.0. Сформулировано шесть главных исследовательских вопросов [23]:

1. Как взаимосвязаны понятия «Индустрия 5.0» и «ESG» в научной литературе и какие ключевые слова обычно используют авторы?
2. Как развивались исследования факторов ESG по отношению к концепции Индустрии 5.0?
3. Какие научные и публикационные показатели характеризуют авторов статей в контексте анализируемой темы?
4. Какими общими характеристиками обладают работы в рамках анализируемой темы?
5. Как изменялась тенденция цитирования с годами?
6. Какие страны и континенты наиболее продуктивны в области исследования и каковы модели их сотрудничества?

Этап 2. Выбор методов библиометрического анализа. Для ответов на поставленные вопросы в исследовании использованы различные методы, включая научное картирование, анализ цитирования, анализ совместного цитирования (со-цитирования), анализ совместных слов и анализ соавторства [27; 28].

Этап 3. Сбор данных для библиометрического анализа. Л. А. Гамидуллаева [29] этап поиска, анализа и интерпретации литературы рекомендует проводить на основе модели PRISMA [30]. В качестве поисковых терминов выбраны ESG и Индустрия 4.0/5.0. Поисковый запрос сформирован путем комбинирования выбранных терминов следующим образом:

(«Industry 4.0» OR «Industry 5.0») AND «ESG». (1)

Данные собраны нами из библиографической и библиометрической базы данных

Lens. Lens — открытая платформа для исследователей и научных организаций, представляющая собой онлайн-средство поиска патентной и научной литературы. Оператором платформы Lens выступает некоммерческая организация Cambia, базирующаяся в Австралии. По состоянию на 7 июля 2024 г. база Lens включает в себя 272 063 882 научные работы [31]. База Dimensions, например, по состоянию на эту же дату включает в себя 146 747 764 публикации [32], Openalex — около 257 200 000 [33]. Временные рамки не установлены, поскольку целью было проследить полную эволюцию исследовательской области с течением времени, что способствовало бы формулированию всеобъемлющих выводов.

В результате предварительного поиска получено 101 исследование. Дубликаты не обнаружены. Все статьи относятся к комплексным областям, имеющим отношение к сфере настоящего исследования.

Этап 4. Проведение библиометрического анализа и представление результатов. В качестве инструментов библиометрического анализа нами выбраны встроенные в различные базы данных аналитические возможности, VosViewer, а также пакет Bibliometrix в R-среде, позволяющий проводить комплексный анализ научного картирования.

Рассмотрим результаты библиометрического анализа по основным исследовательским вопросам.

1. Как взаимосвязаны понятия «Индустрия 5.0» и «ESG» в научной литературе и какие ключевые слова обычно используют авторы? Общее количество исследований, полученных в результате первичного поиска по заданному ключевому словосочетанию, составило 101, что отражено в таблице 1.

Изначально словосочетания разделены на две группы: 1) ESG и Индустрия 4.0; 2) ESG и Индустрия 5.0, как видно на рисунке 1.

Понятия «Индустрия 5.0» и «ESG» тесно взаимосвязаны в научной литературе, что подтверждается анализом 101 научного труда о ESG 5.0. Большинство исследований (86 из 101) одновременно рассматривают Индустрию 4.0 и ESG, тогда как только 26 трудов сосредоточены на пересечении ESG и Индустрии 5.0. Данное обстоятельство указывает на растущий, но еще недостаточно изученный интерес к данной тематике.

Кроме того, в VOSviewer проведен анализ конкурентности ключевых слов авторов, который представлен на рисунке 2.

Таблица 1

Основная информация о собранных научных трудах (101) в контексте ESG 5.0

Table 1. Basic information about the collected scientific papers (101) in the context of ESG 5.0

Критерий	Описание	Результаты
Основная информация о данных	Временной интервал	2016–2024 гг.
	Источники (журналы, книги и т. д.)	72 ед.
	Документы	101 ед.
	Годовой темп прироста	43,52 %
	Средний возраст документа	1,37 лет
	Среднее количество цитирований на документ	8,545 ед.
	Ссылки	3 346 ед.
Контент научных трудов	Авторские ключевые слова	40 ед.
Авторы научных трудов	Авторы	261 чел.
	Авторы документов с одним автором	17 чел.
Авторская коллаборация	Документы с одним автором	18 ед.
	Соавторы на один документ	2,75 чел.
	Международное соавторство	0 %
Типы публикаций	Тип публикации не определен	1 ед.
	Глава книги	30 ед.
	Статья в сборнике материалов конференции	2 ед.
	Статья в журнале	67 ед.
	Другое	1 ед.

Источник: составлено авторами с помощью biblioshiny в R-среде.



Рис. 1. Графическое представление взаимосвязи анализируемых концептов в 101 научном труде о ESG 5.0
Fig. 1. Graphical representation of the relationship between the analyzed concepts in 101 scientific papers about ESG 5.0

Источник: составлено авторами на основе поиска в базе Lens 7 июля 2024 г.

Благодаря этому анализу можно не только наблюдать за образовавшимися двумя кластерами, отражающими взаимосвязь слов в выбранных работах, но и установить, какие из анализируемых концепций (ESG,

Индустрия 4.0 и Индустрия 5.0) для данного исследования использованы в качестве ключевых слов в итоговой выборке.
2. Как развивались исследования факторов ESG по отношению к концепции

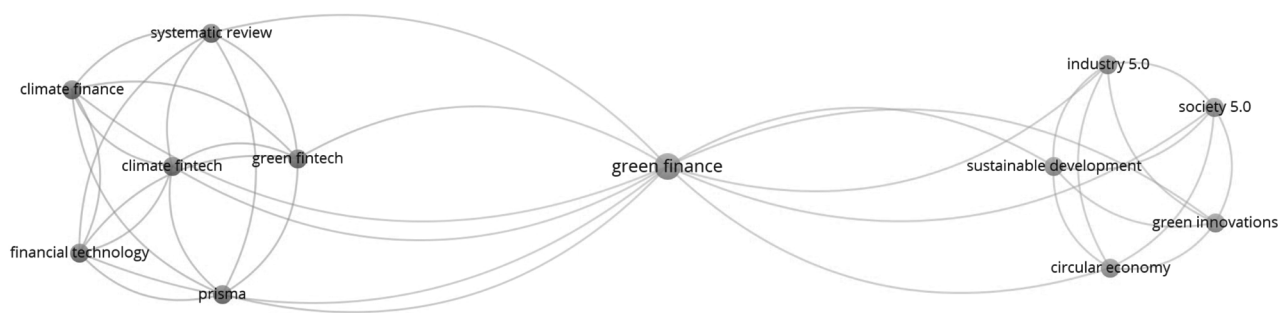


Рис. 2. Анализ совпадений ключевых слов авторов в 101 научном труде о ESG 5.0
Fig. 2. Analysis of author keywords matches in 101 scientific papers about ESG 5.0

Источник: получено авторами с помощью VosViewer.

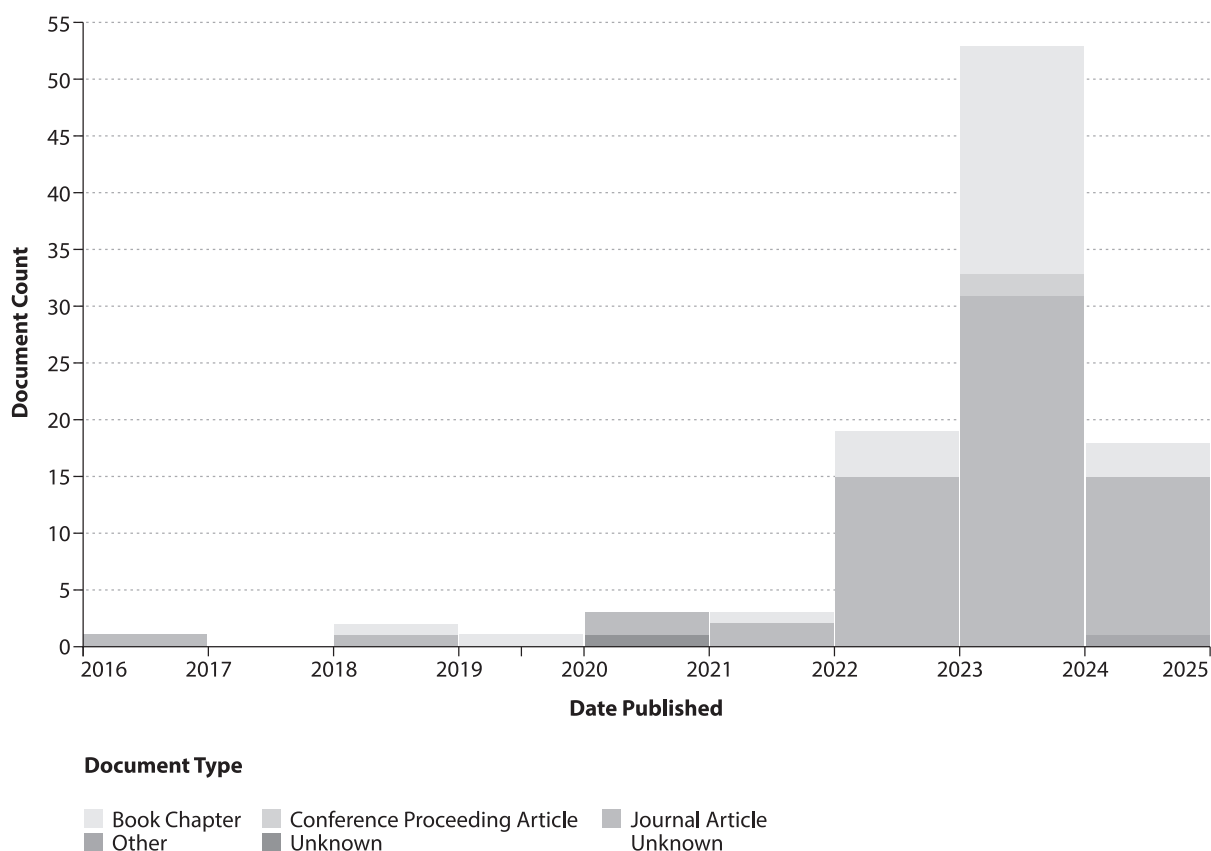


Рис. 3. Ежегодное количество идентифицированных работ о ESG 5.0
Fig. 3. Annual number of identified papers about ESG 5.0

Источник: получено авторами с помощью аналитики Lens.

Индустрия 5.0? Ученые только недавно начали исследовать критерии ESG как аспекты Индустрии 5.0. На рисунке 3 представлена графическая иллюстрация эволюции количества работ, опубликованных в сфере ESG 5.0.

Исследования факторов ESG в контексте Индустрии 5.0 начались сравнительно недавно, с первым упоминанием в 2016 г. [34] С 2021 г. наблюдается значительное увеличение количества публикаций, что сви-

детельствует о растущем интересе ученых к анализу ESG в связи с концепцией Индустрии 5.0, достигнувшем пика в 2023 г., вероятно, в ответ на глобальные вызовы, такие как пандемия COVID-19 [23].

3. Какие научные и публикационные показатели характеризуют авторов статей, посвященных анализируемой теме? На рисунке 4 представлены наиболее продуктивные авторы в сфере ESG 5.0.

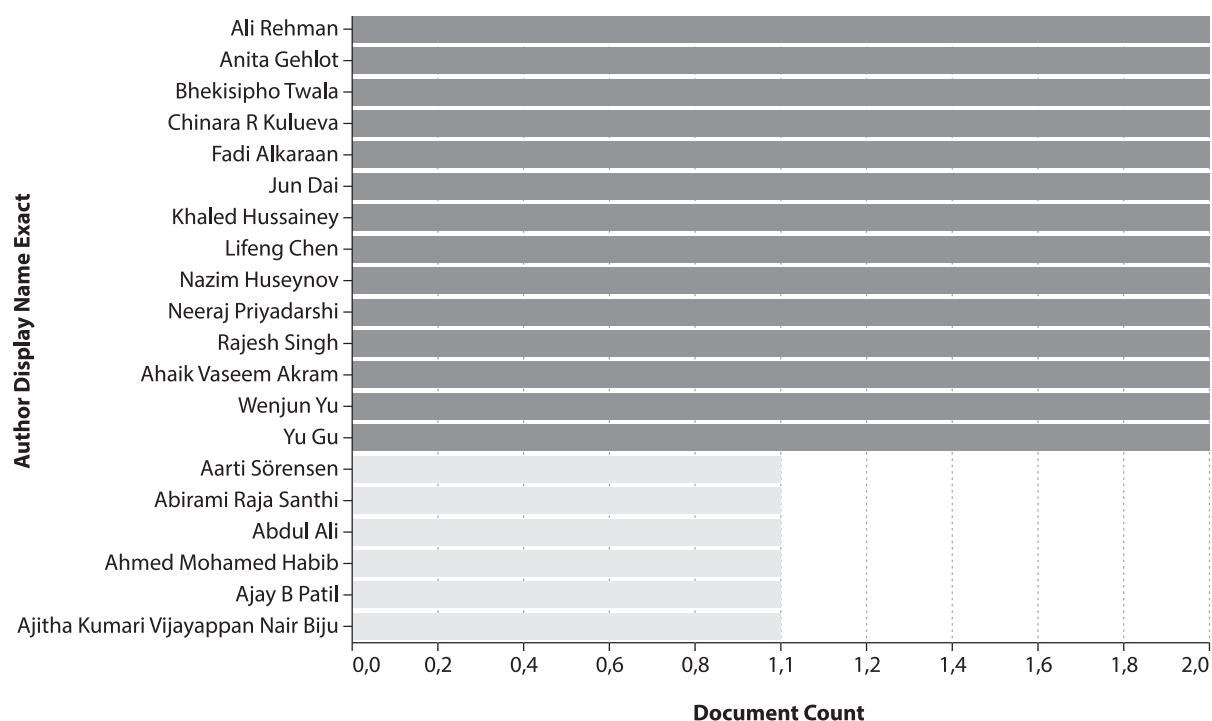


Рис. 4. Самые продуктивные авторы в сфере ESG 5.0
Fig. 4. The most productive authors in the field of ESG 5.0

Источник: получено авторами с помощью аналитики Lens.

Кроме того, целесообразно оценить социальную структуру авторства в сфере ESG 5.0. Так, на рисунке 5 представлен обзор сотрудничества между авторами.

Следующий анализ проведен с учетом характеристик аффилированности авторов. На рисунке 6 показана аффилиация авторов в сфере ESG 5.0.

Наиболее продуктивные организации, в которых авторы занимаются изучением вопросов ESG 5.0, находятся в России. К таким организациям относятся Московский государственный институт международных отношений (университет) МИД РФ (МГИМО) и Ростовский государственный экономический университет (РИНХ) [35].

Авторы, работающие над исследованиями по ESG 5.0, активно сотрудничают, что подтверждается средней численностью соавторов на один документ (2,75 чел.) и значительным числом документов с более чем одним автором. Однако международное соавторство практически отсутствует, что может указывать на потенциал для расширения глобального сотрудничества в этой области.

4. Какими общими характеристиками обладают работы в рамках анализируемой темы? Глобальное и локальное цитирова-

ние научных трудов о ESG 5.0 графически представлено на рисунках 7 и 8 соответственно.

Дерево распределения частоты 40 слов, чаще всего встречающихся в анализируемых публикациях, представлено на рисунке 9.

Матрица тематического картирования 101 научного труда о ESG 5.0 отражена на рисунке 10.

Оси графика на рисунке 11 представляют степень развития (плотность) и степень релевантности (центральность) тем. Четыре квадранта на графике обозначают разные типы тем:

1) главные темы (Basic Themes) являются основой области исследования и содержат ключевые понятия, такие как «промышленность + ESG + управление», «оценка», «передовые промышленные технологии»;

2) двигательные темы (Motor Themes) являются особенно развитыми и важными для области исследования. Они включают в себя такие понятия, как «цепи + экономика + возможности», «обзор + будущее + + зеленые», «бизнес + модель + стратегический», «искусственный + практики + интеллектуальный» и др.;

3) нишевые темы (Niche Themes) являются специализированными и глубоко

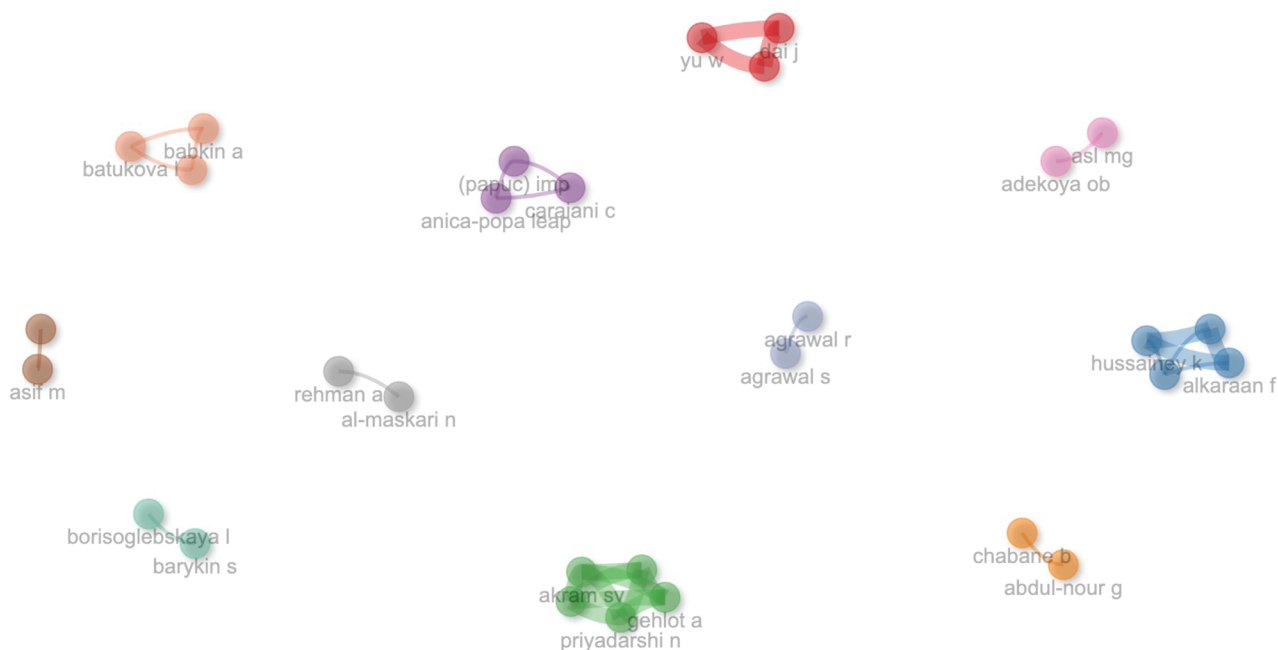


Рис. 5. Коллаборационная сеть авторов в сфере ESG 5.0
Fig. 5. Collaborative network of authors in the field of ESG 5.0

Источник: получено авторами с помощью biblioshiny в R-среде.

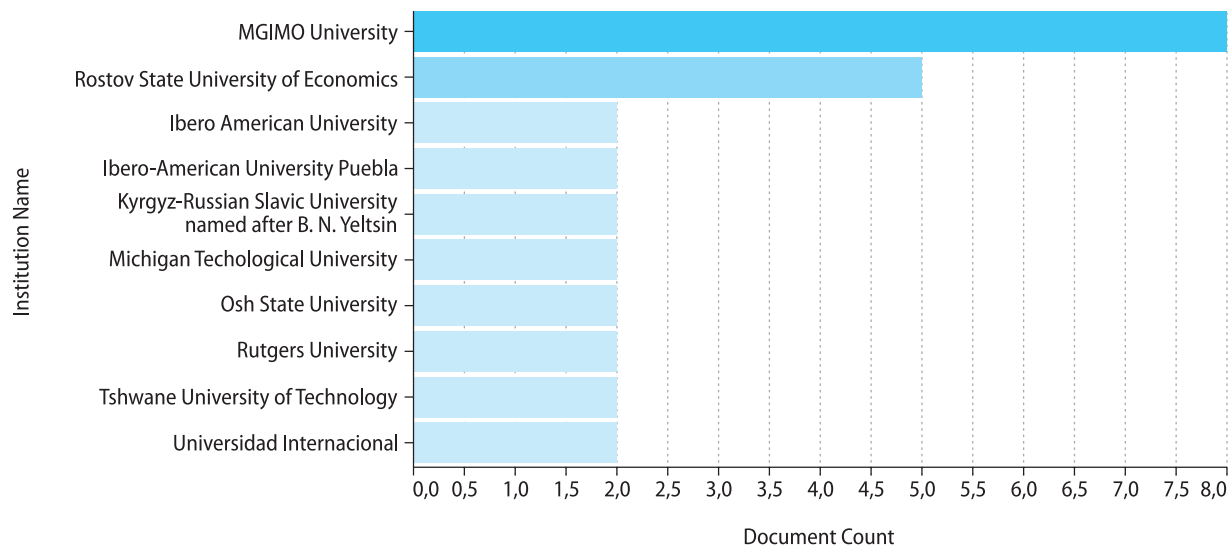


Рис. 6. Анализ аффилиации авторов в сфере ESG 5.0
Fig. 6. Affiliation analysis of authors in ESG 5.0 sphere

Источник: получено авторами с помощью аналитики Lens.

исследованными. К ним относятся такие понятия, как «нефть + резильентность + опыт», «инновационный + рынки» и др.;
4) возникающие или угасающие темы (Emerging or Declining Themes) находятся на ранней стадии развития или теряют актуальность. Они включают в себя понятия «цифровой», «дизайн», «редактирование».

Работы о ESG 5.0 характеризуются высоким уровнем цитируемости, со средним количеством цитирований на документ 8,545.
5. Как изменялась тенденция цитирования с годами? Самые цитируемые работы о ESG 5.0 с течением времени показаны на рисунке 11.
Динамика изменения среднего цитирования научных трудов по годам отражена на рисунке 12.

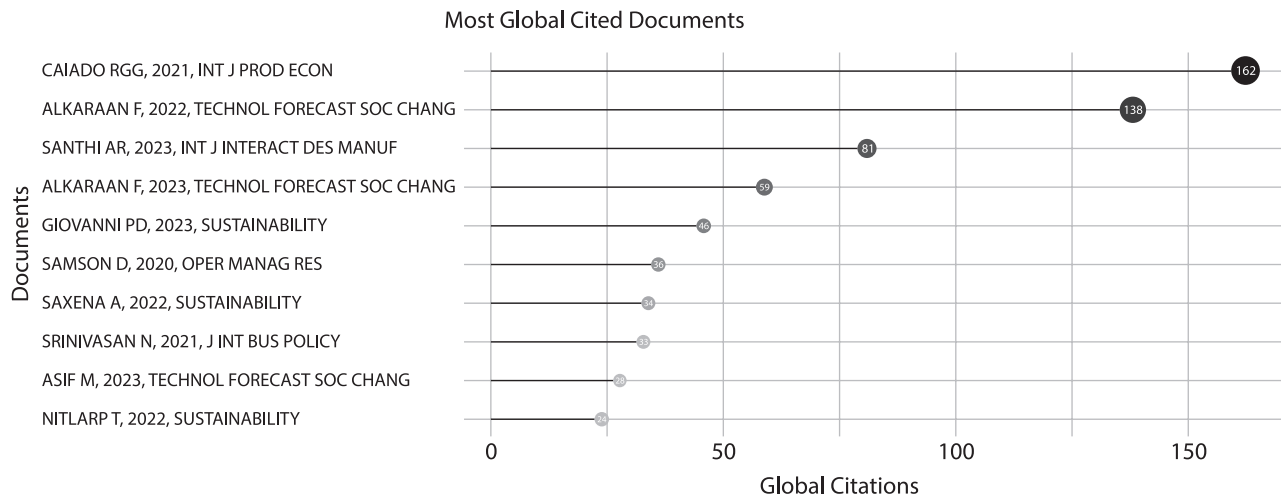


Рис. 7. Наиболее глобально цитируемые научные труды в сфере ESG 5.0
Fig. 7. The most globally cited scientific papers in ESG 5.0 sphere

Источник: получено авторами с помощью biblioshiny в R-среде.

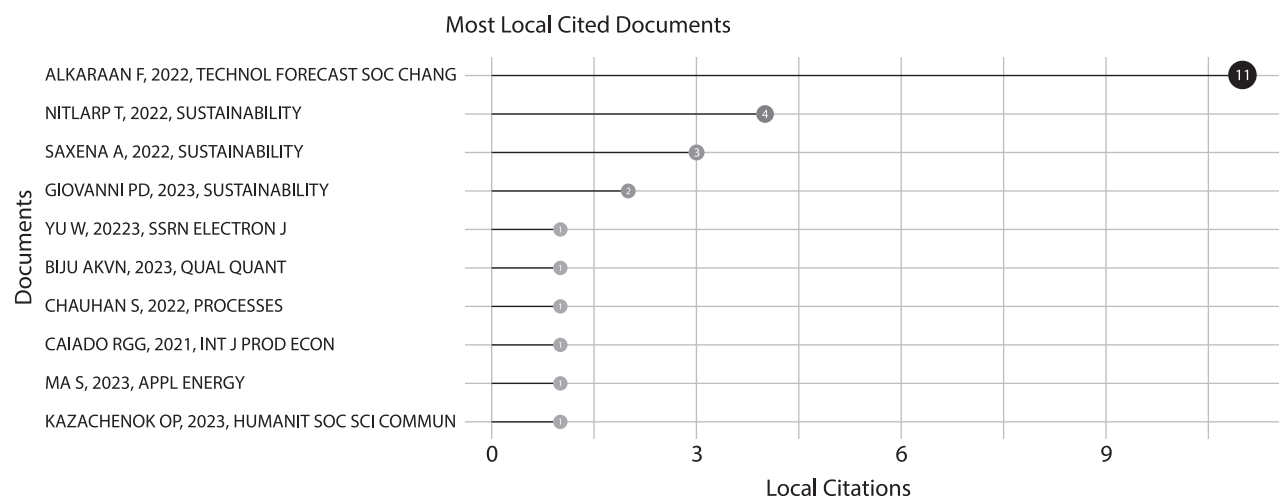


Рис. 8. Наиболее локально цитируемые научные труды в сфере ESG 5.0
Fig. 8. The most locally cited scientific papers in ESG 5.0 sphere

Источник: получено авторами с помощью biblioshiny в R-среде.

В таблицах 2 и 3 содержатся данные о наиболее цитируемых научных трудах о ESG 5.0 на глобальном и локальном уровнях соответственно.

График изменения среднего цитирования по годам подтверждает тренд роста цитируемости, начиная с 2021 г.

6. Какие страны и континенты наиболее продуктивны в области исследования и каковы модели их сотрудничества? Зарождающаяся концепция ESG 5.0 вызывает большой научный интерес, и авторы, аффилированные с учреждениями в 31 стране мира, вносят вклад в эту область исследований, как видно на рисунке 13.

Наиболее продуктивными странами в области исследований о ESG 5.0 являются Россия, Индия и США. Эти страны демонстрируют активное участие в публикациях и исследовательских проектах.

По результатам библиометрического анализа нами сделан вывод о том, что основные тренды и тенденции формирования коэволюционно-конвергентного потенциала ESG 5.0 включают в себя укрепление ключевых тем, активное развитие двигательных тем, специализированные исследования в нишевых областях, акцент на инновации и цифровые технологии, а также важность анализа и оценки для устойчивого управления.



Рис. 9. Распределение 40 чаще всего встречающихся в научных трудах о ESG 5.0 слов по частоте, %
Fig. 9. Distribution of the 40 most frequently occurring words in scientific papers about ESG 5.0 by frequency, %
Источник: получено авторами с помощью biblioshiny в R-среде.

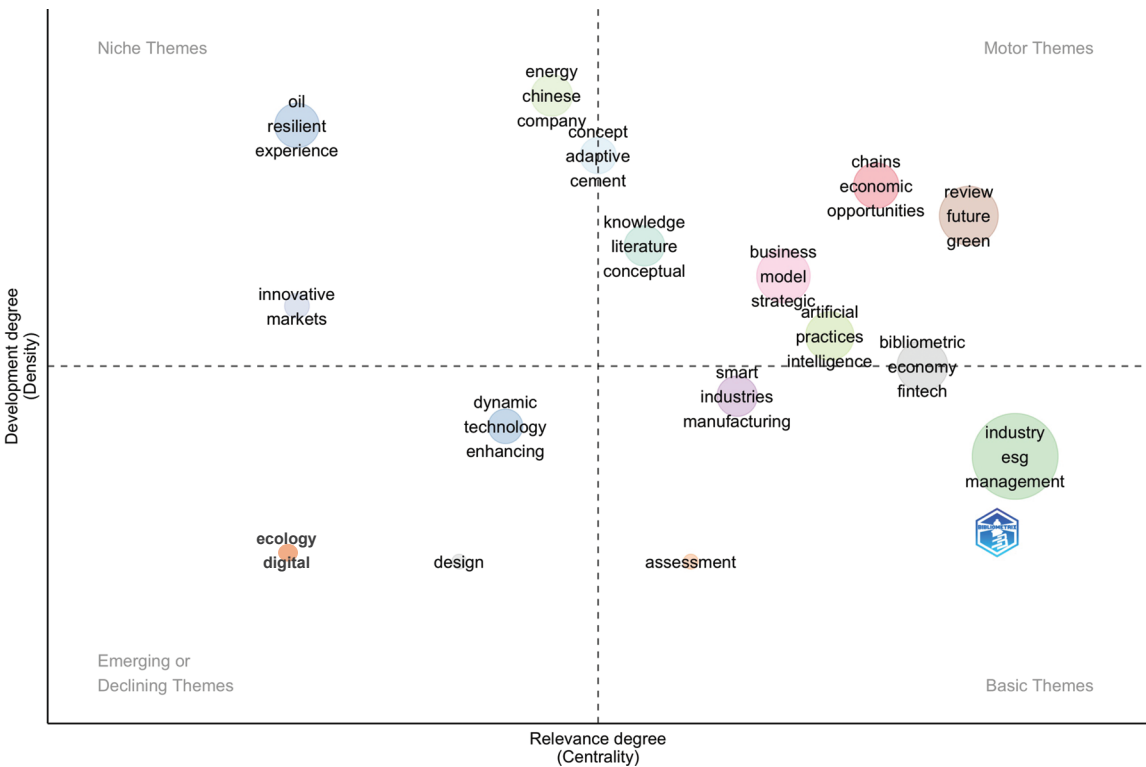


Рис. 10. Тематическое картирование научных трудов о ESG 5.0
Fig. 10. Thematic mapping of scientific papers on ESG 5.0
Источник: получено авторами с помощью biblioshiny в R-среде.

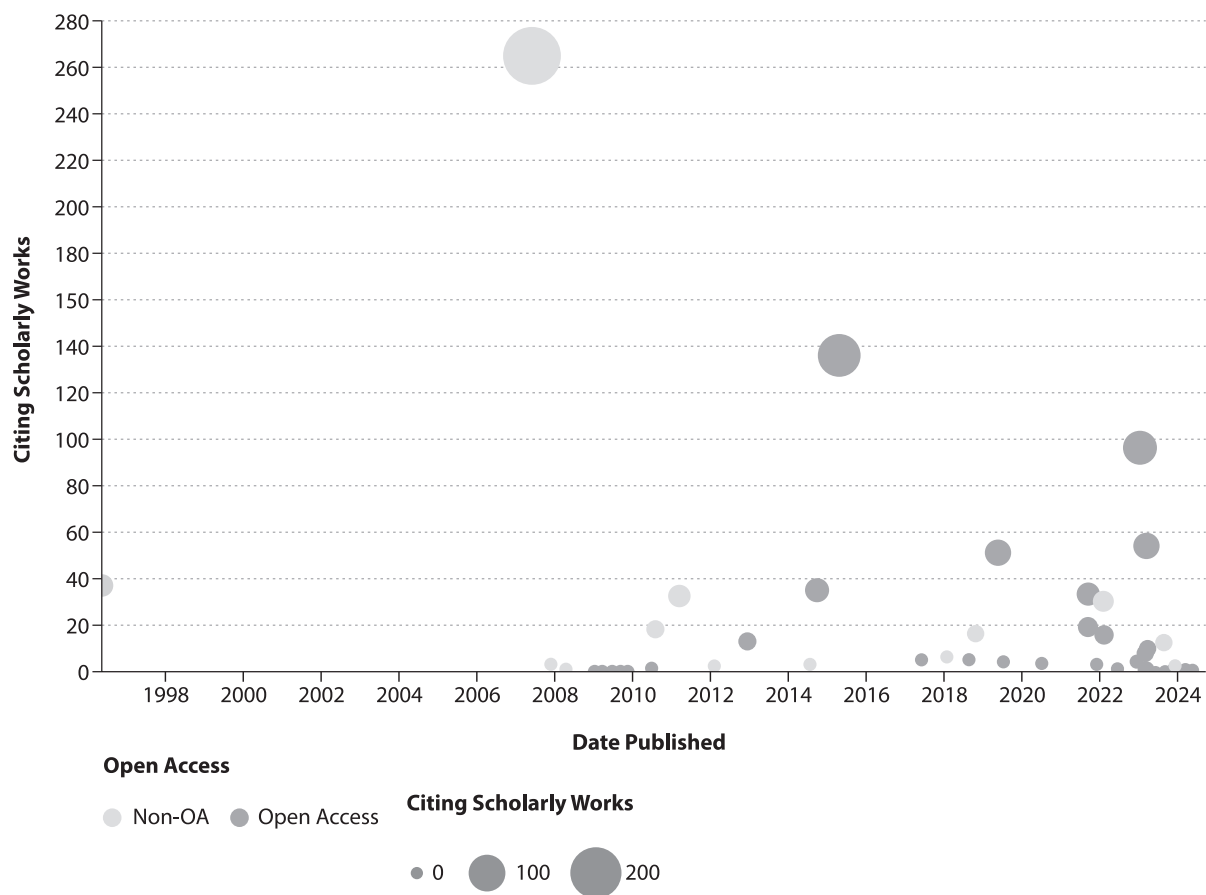


Рис. 11. Самые цитируемые работы о ESG 5.0 с течением времени
Fig. 11. Most cited papers about ESG 5.0 over time

Источник: получено авторами с помощью аналитики Lens.

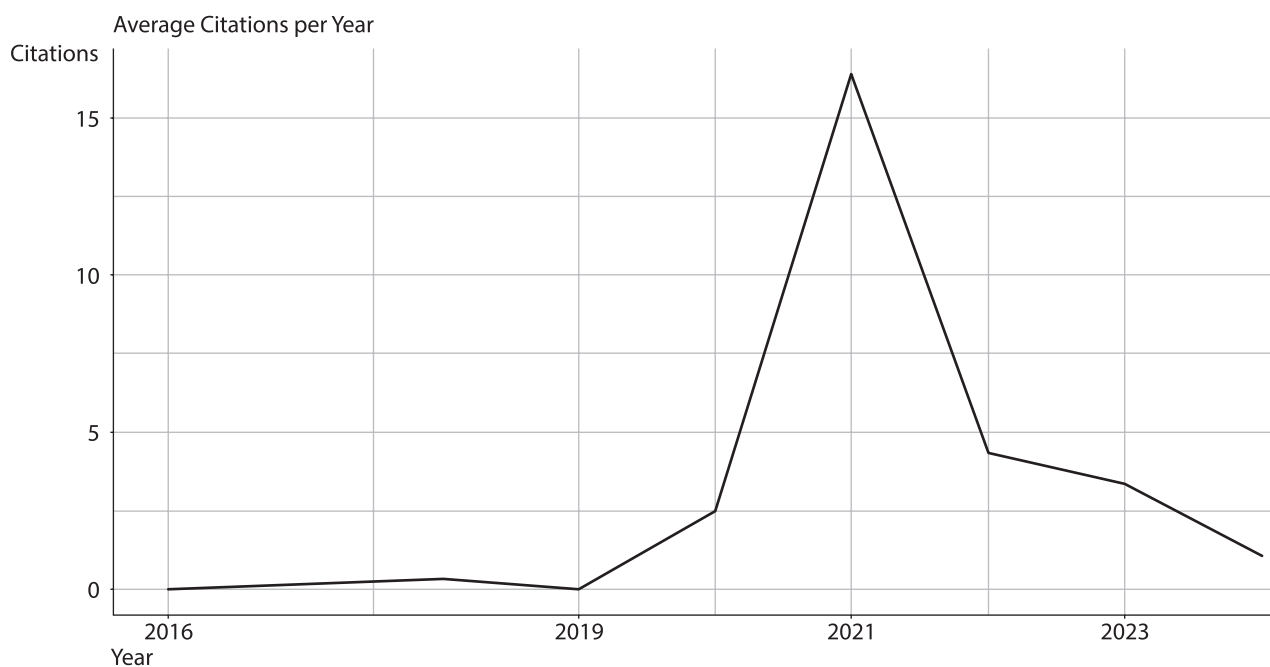


Рис. 12. Динамика среднего цитирования научных трудов о ESG 5.0
Fig. 12. Dynamics of the average citation of scientific papers about ESG 5.0

Источник: получено авторами с помощью biblioshiny в R-среде.

Таблица 2

Наиболее цитируемые на глобальном уровне научные труды о ESG 5.0

Table 2. Most cited scientific papers about ESG 5.0 at the global level

Публикация	Общее цитирование (ОЦ)	ОЦ в год	Нормализованное ОЦ
[36]	162	40,50	2,47
[37]	138	46,00	10,57
[38]	81	40,50	12,06
[39]	59	29,50	8,78
[9]	46	23,00	6,85

Источник: составлено авторами с помощью biblioshiny в R-среде.

Таблица 3

Наиболее цитируемые на локальном уровне научные труды о ESG 5.0

Table 3. Most cited ESG 5.0 research papers at the local level

Публикация	Локальное цитирование (ЛЦ)	Глобальное цитирование (ГЦ)	ЛЦ/Г, %	Нормализованное ЛЦ	Нормализованное ГЦ
[37]	11	138	7,97	10,45	10,57
[40]	4	24	16,67	3,80	1,84
[41]	3	34	8,82	2,85	2,60
[9]	2	46	4,35	11,78	6,85
[42]	1	2	50,00	0,95	0,15

Источник: составлено авторами с помощью biblioshiny в R-среде.

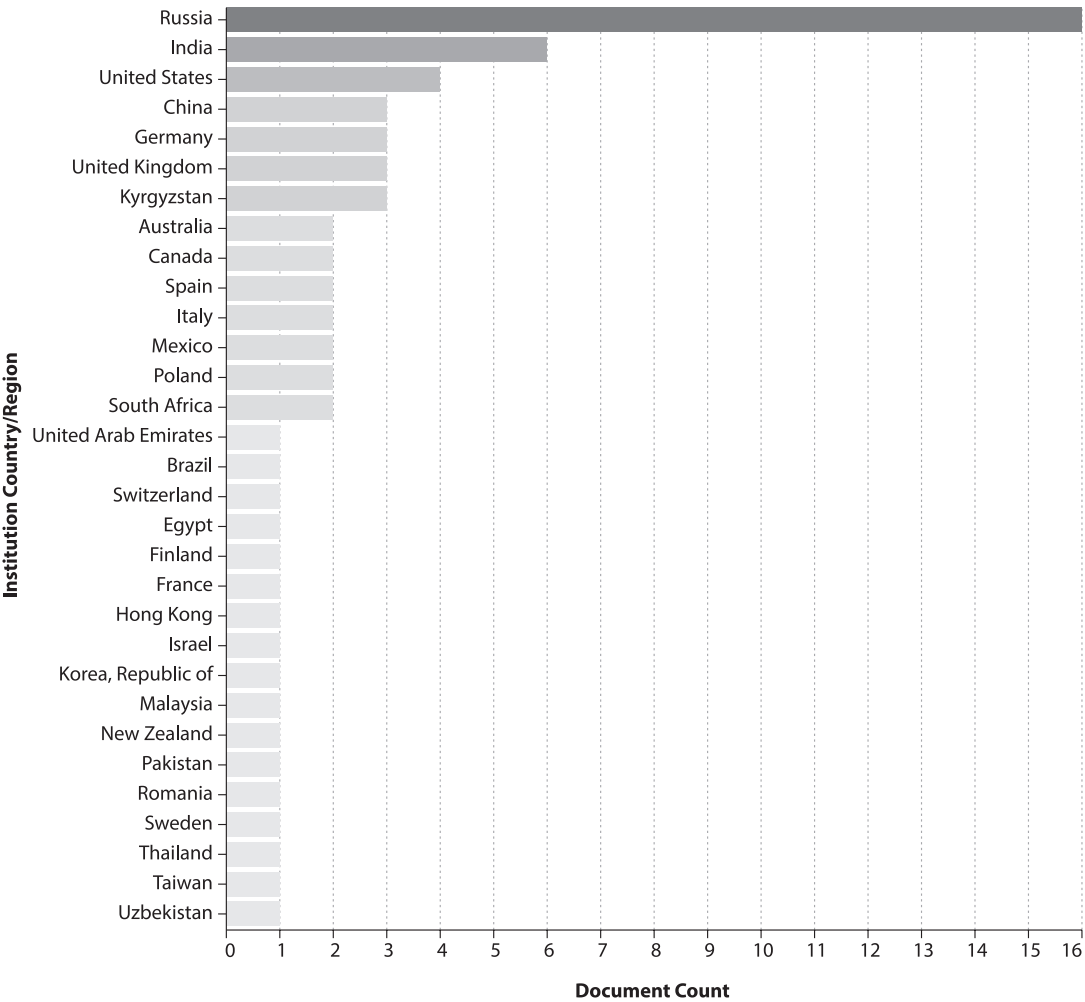


Рис. 13. Самые активные страны по количеству научных трудов в сфере ESG 5.0

Fig. 13. Most active countries in terms of the number of ESG 5.0 scientific papers

Источник: получено авторами с помощью biblioshiny в R-среде.

3. Оценка возможностей и вызовов потенциального влияния коэволюционно-конвергентного потенциала ESG 5.0 на экономический рост в России

В Концепции технологического развития РФ до 2030 г. [43] определены ключевые цели, включающие в себя достижение технологического суверенитета, переход к инновационно ориентированному экономическому росту и устойчивое развитие производственных систем. Коэволюционно-конвергентный потенциал ESG 5.0, интегрируя передовые технологии и устойчивые практики, может значительно способствовать достижению этих целей.

К возможностям потенциального влияния коэволюционно-конвергентного потенциала ESG 5.0 на экономический рост в России, на наш взгляд, можно отнести следующие:

- ESG 5.0 способствует развитию высокотехнологичных отраслей, что соответствует целям увеличения инновационной активности;
- ESG 5.0 обеспечивает экологическую устойчивость и социальную ответственность, что поддерживает цель устойчивого функционирования производственных систем;
- развитие собственных научных и технологических баз критических и сквозных технологий уменьшит зависимость от импорта и усилит технологический суверенитет.

К вызовам потенциального влияния коэволюционно-конвергентного потенциала ESG 5.0 на экономический рост в России, на наш взгляд, относятся инфраструктурные ограничения, регуляторные барьеры и финансовые затраты.

Выводы

Стратегия научно-технологического развития РФ [44] указывает на важность таких вызовов, как трансформация глобальных систем и возрастание антропогенных нагрузок на окружающую среду. Эти вызовы делают разработку концепции ESG 5.0 актуальной, поскольку она может стать основой для устойчивого развития российской экономики.

Несмотря на многочисленные исследования, в которых проанализированы взаимосвязь и интеграция Индустрии 5.0 и ESG, коэволюционно-конвергентный потенциал этих концепций остается малоизученным. Под коэволюционно-конвергентным потенциалом мы понимаем способность технологий и практик ESG 5.0 к взаимному развитию и интеграции для достижения синергетического эффекта с целью создания сбалансированных и эффективных промышленных экосистем. В статье рассмотрены познавательные, методологические, преобразовательные и воспитательные аспекты коэволюционно-конвергентного потенциала ESG 5.0.

Концепция технологического развития РФ до 2030 г. определяет ключевые цели, включающие в себя достижение технологического суверенитета и устойчивое развитие производственных систем. Коэволюционно-конвергентный потенциал ESG 5.0 может способствовать достижению этих целей. Однако существует ряд сдерживающих факторов, таких как необходимость создания соответствующей инфраструктуры, адаптация регуляторной среды и высокие финансовые затраты на исследования и разработки.

Научная и практическая значимость с изложением рекомендаций и дальнейшего теоретического развития авторских идей

Исследование коэволюционно-конвергентного потенциала ESG 5.0 способствует пониманию интеграции передовых технологий и устойчивых практик. В качестве авторских рекомендаций в статье изложен основной тезис, заключающийся в необходимости усиления внимания к интеграции ESG-принципов с технологиями Индустрии 5.0 в контексте научно-технологического развития для повышения резильентности экономики и безопасности страны в целом.

Направлениями дальнейшего изучения коэволюционно-конвергентного потенциала ESG 5.0 являются разработка метрик для оценки синергетического эффекта ESG 5.0; анализ успешных кейсов внедрения ESG 5.0 в различных отраслях и регионах.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. From ESG to EICSG (Environment, Intelligent, Cyber, Social, Governance) strategic management in Industry 5.0 / A. Babkin, E. Shkarupeta, D. Danilov et al. // E3S Web of Conferences. 2024. Vol. 531. Article 05017. DOI: 10.1051/e3sconf/202453105017
2. Okoli C. A guide to conducting a standalone systematic literature review // Communications of the Association for Information Systems. 2015. Vol. 37. Article 43. DOI: 10.17705/1CAIS.03743
3. Ismail A. M., Azman K. B. B. The impact of environmental, social, and governance performance on financial performance: Evidence from Japanese companies // Edelweiss Applied Science and Technology. 2024. Vol. 8. No. 3. P. 236–258. DOI: 10.55214/25768484.v8i3.950
4. Whittaker D. H. Open access: Beyond secular stagnation: A digital and green economy? // The Japanese Political Economy. 2021. Vol. 47. No. 4. P. 365–386. DOI: 10.1080/2329194X.2021.2012806
5. Романова О. А., Сиротин Д. В. Базовые отрасли промышленных регионов России: образ будущего // Journal of New Economy. 2022. Т. 23. № 2. С. 9–28. DOI: 10.29141/2658-5081-2022-23-2-1
6. Nicoletti B. Proposition of value and Fintech organizations in Banking 5.0 / B. Nicoletti Banking 5.0: How Fintech will change traditional banks in the 'new normal' post pandemic. Cham: Palgrave Macmillan, 2021. P. 91–152. (Palgrave Studies in Financial Services Technology). DOI: 10.1007/978-3-030-75871-4_4
7. Савченко В. М., Кононенко Л. В., Гай О. М. Фінансовий та статистичний аналіз в управлінні ризиками на фінансовому ринку у контексті формування «Industry 5.0» // Економічний простір. 2024. № 189. С. 167–173. DOI: 10.32782/2224-6282/189-31
8. Knowledge spillovers along the sustainable supply chain of China's listed companies: The role of long-term orientation / L. Chen, Q. Shen, X. Yu, X. Chen // Journal of Innovation & Knowledge. 2024. Vol. 9. No. 2. Article 100478. DOI: 10.1016/j.jik.2024.100478
9. De Giovanni P. Sustainability of the metaverse: A transition to Industry 5.0 // Sustainability. 2023. Vol. 15. No. 7. Article 6079. DOI: 10.3390/su15076079
10. Sood S., Kim A. The golden age of the Big Data audit: Agile practices and innovations for e-commerce, post-quantum cryptography, psychosocial hazards, artificial intelligence algorithm audits, and deepfakes // International Journal of Innovation and Economic Development. 2023. Vol. 9. No. 2. P. 7–23. DOI: 10.18775/ijied.1849-7551-7020.2015.92.2001
11. Zhironkin S., Ezdina N. Review of transition from Mining 4.0 to Mining 5.0 innovative technologies // Applied Sciences. 2023. Vol. 13. No. 8. Article 4917. DOI: 10.3390/app13084917
12. Mining 5.0: Concept and framework for intelligent mining systems in CPSS / L. Chen, J. Xie, X. Zhang et al. // IEEE Transactions on Intelligent Vehicles. 2023. Vol. 8. No. 6. P. 3533–3536. DOI: 10.1109/tiv.2023.3285417
13. Serrano W. Smart or intelligent assets or infrastructure: Technology with a purpose // Buildings. 2023. Vol. 13. No. 1. Article 131. DOI: 10.3390/buildings13010131
14. A streamline sustainable business performance reporting model by an integrated FinESG approach / V. Bogdan, L. Rus, D. S. Gherai et al. // Sustainability. 2023. Vol. 15. No. 24. Article 16860. DOI: 10.3390/su152416860
15. Rehman A., Ganesan Y., Al-Maskari N. Influence of internal audit on implementation of environmental, social, and governance factor: Case of public listed companies in Oman // Modern technologies and tools supporting the development of Industry 5.0 / eds. J. Żywiołek, J. Rosak-Szyrocka, A. Nayyar, M. Naved. Boca Raton, FL: CRC Press, 2024. P. 339–380. DOI: 10.1201/9781003489269-10
16. Short L. G. Measuring trust for accountability in an untrusted digital world // IEEE Technology Policy and Ethics. 2021. Vol. 6. No. 6. P. 1–5. DOI: 10.1109/ntpe.2021.9778150
17. Ferreira C. B. D., Silva V. L. A. A relação da Sociedade 5.0 com a iniciativa de esg nas organizações: Pesquisa exploratória sobre a importância desta abordagem. PUC-Rio: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2022. DOI: 10.17771/PUCRio.acad.57089
18. Череватський Д. Ю. Резилієнтність економіки і економіка резилієнтності // Економіка промисловості. 2023. № 1. С. 31–39. DOI: 10.15407/econindustry2023.01.031
19. Asif M., Searcy C., Castka P. ESG and Industry 5.0: The role of technologies in enhancing ESG disclosure // Technological Forecasting and Social Change. 2023. Vol. 195. Article 122806. DOI: 10.1016/j.techfore.2023.122806
20. Yoşumaz İ., Uzun H. The relationship between Industry 5.0 process and ESG process: A qualitative analysis in the context of Türkiye's BIST Sustainability 25 Index white good sector // Environmental Research and Technology. 2024. DOI: 10.35208/ert.1431800
21. Rehman A., Umar T. Literature review: Industry 5.0. Leveraging technologies for environmental, social and governance advancement in corporate settings // Corporate Governance: The International Journal of Business in Society. 2024. DOI: 10.1108/CG-11-2023-0502

22. *Sekaran A., Dadwal S. S., Ali A.* Industry 5.0 and environmental, social, and governance initiatives in supply chain sustainability: A study of the European fast fashion industry / S. Dadwal, P. Kumar, R. Verma, G. Singh Opportunities and challenges of Business 5.0 in emerging markets. Hershey, PA: IGI Global, 2023. P. 151–171. DOI: 10.4018/978-1-6684-6403-8.ch008
23. The interconnectivity of ESG research within the realm of sustainability: A bibliometric analysis / I. M. Petrica, C. Caraiani, C. I. Lungu, L.-E. Anica-Popa // *Journal of Accounting and Management Information Systems*. 2024. Vol. 23. No. 1. P. 261–290. DOI: 10.24818/jamis.2024.01011
24. *Егорова Г. И., Маринова А. А.* Образовательный потенциал функциональной грамотности в параметрах концептуальности и региональной практики // *Вестник Сургутского государственного педагогического университета*. 2022. № 4. С. 32–44. DOI: 10.26105/sspu.2022.79.4.004
25. *Shkarupeta E., Babkin A.* Eco-innovative development of industrial ecosystems based on the quintuple helix // *International Journal of Innovation Studies*. 2024. Vol. 8. No. 3. P. 273–286. DOI: 10.1016/j.ijis.2024.04.002
26. How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines / N. Donthu, S. Kumar, D. Mukherjee et al. // *Journal of Business Research*. 2021. Vol. 133. P. 285–296. DOI: 10.1016/j.jbusres.2021.04.070
27. *Jain K., Tripathi P. S.* Mapping the environmental, social and governance literature: A bibliometric and content analysis // *Journal of Strategy and Management*. 2023. Vol. 16. No. 3. P. 397–428. DOI: 10.1108/JSMA-05-2022-0092
28. *Khan M. A.* ESG disclosure and firm performance: A bibliometric and meta analysis // *Research in International Business and Finance*. 2022. Vol. 61. Article 101668. DOI: 10.1016/j.ribaf.2022.101668
29. *Гамидуллаева Л. А.* Умная специализация: происхождение и современное состояние // *МИР (Модернизация. Инновации. Развитие)*. 2024. Т. 15. № 1. С. 166–184. (На англ.). DOI: 10.18184/2079-4665.2024.15.1.166-184
30. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews / M. J. Page, J. E. McKenzie, P. M. Bossuyt et al. // *PLoS Medicine*. 2021. Vol. 18. No. 3. e1003583. DOI: 10.1371/journal.pmed.1003583
31. Scholar search results // Lens. URL: <https://www.lens.org/lens/search/scholar/list?q=> (дата обращения: 07.07.2024).
32. Free access to the Dimensions linked research database // Dimensions. URL: <https://app.dimensions.ai/discover/publication> (дата обращения: 07.07.2024).
33. Stats // OpenAlex. URL: <https://openalex.org/works> (дата обращения: 07.07.2024).
34. Rezensionen // *Datenschutz Datensicherheit (DuD)*. 2016. Vol. 40. No. 4. P. 259–264. DOI: 10.1007/s11623-016-0591-0
35. Smart green innovations in Industry 4.0 for climate change risk management / ed. E. G. Popkova // Cham: Springer-Verlag, 2023. 660 p. (Environmental Footprints and Eco-design of Products and Processes). DOI: 10.1007/978-3-031-28457-1
36. A fuzzy rule-based Industry 4.0 maturity model for operations and supply chain management / R. G. G. Caiado, L. F. Scavarda, L. Gavião et al. // *International Journal of Production Economics*. 2021. Vol. 231. Article 107883. DOI: 10.1016/j.ijpe.2020.107883
37. Corporate transformation toward Industry 4.0 and financial performance: The influence of environmental, social, and governance (ESG) / F. Alkaraan, K. Albitar K., K. Hussainey, V. G. Venkatesh // *Technological Forecasting and Social Change*. 2022. Vol. 175. Article 121423. DOI: 10.1016/j.techfore.2021.121423
38. *Raja Santhi A., Muthuswamy P.* Industry 5.0 or Industry 4.0 S? Introduction to Industry 4.0 and a peek into the prospective Industry 5.0 technologies // *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*. 2023. Vol. 17. No. 2. P. 947–979. DOI: 10.1007/s12008-023-01217-8
39. Sustainable strategic investment decision-making practices in UK companies: The influence of governance mechanisms on synergy between Industry 4.0 and circular economy / F. Alkaraan, M. Elmarzouky, K. Hussainey, V. G. Venkatesh // *Technological Forecasting and Social Change*. 2023. Vol. 187. Article 122187. DOI: 10.1016/j.techfore.2022.122187
40. *Nitlarp T., Kiattisin S.* The impact factors of Industry 4.0 on ESG in the energy sector // *Sustainability*. 2022. Vol. 14. No. 15. Article 9198. DOI: 10.3390/su14159198
41. Technologies empowered environmental, social, and governance (ESG): An Industry 4.0 landscape / A. Saxena, R. Singh, A. Gehlot et al. // *Sustainability*. 2023. Vol. 15. No. 1. Article 309. DOI: 10.3390/su15010309
42. *Yu W., Gu Y., Dai J.* Industry 4.0-enabled environment, social, and governance reporting: A case from a Chinese energy company // *Journal of Emerging Technologies in Accounting*. 2023. Vol. 20. No. 1. P. 245–258. DOI: 10.2308/JETA-2022-014

43. Концепция технологического развития на период до 2030 г.: утв. распоряжением Правительства РФ от 20 мая 2023 г. № 1315-р // Правительство России: офиц. сайт. URL: <http://static.government.ru/media/files/KlJ6A00A1K5t8Aw93NfRG6P8OIbVp18F.pdf> (дата обращения: 07.07.2024).
44. О Стратегии научно-технологического развития РФ: указ Президента РФ от 28 февраля 2024 г. № 145 // Президент России: офиц. сайт. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358> (дата обращения: 07.07.2024).

References

1. Babkin A., Shkarupeta E., Danilov D., Tashenova L., Nosirov I. From ESG to EICSG (Environment, Intelligent, Cyber, Social, Governance) strategic management in Industry 5.0. *E3S Web of Conferences*. 2024;531:05017. DOI: 10.1051/e3sconf/202453105017
2. Okoli C. A guide to conducting a standalone systematic literature review. *Communications of the Association for Information Systems*. 2015;37:43. DOI: 10.17705/1CAIS.03743
3. Ismail A.M., Azman K.B.B. The impact of environmental, social, and governance performance on financial performance: Evidence from Japanese companies. *Edelweiss Applied Science and Technology*. 2024;8(3):236-258. DOI: 10.55214/25768484.v8i3.950
4. Whittaker D.H. Open access: Beyond secular stagnation: A digital and green economy? *The Japanese Political Economy*. 2021;47(4):365-386. DOI: 10.1080/2329194X.2021.2012806
5. Romanova O.A., Sirotin D.V. Basic industries of Russia's industrial regions: The image of the future. *Journal of New Economy*. 2022;23(2):9-28. (In Russ.). DOI: 10.29141/2658-5081-2022-23-2-1
6. Nicoletti B. Proposition of value and Fintech organizations in Banking 5.0. In: Nicoletti B. Banking 5.0: How Fintech will change traditional banks in the 'new normal' post pandemic. Cham: Palgrave Macmillan; 2021:91-152. (Palgrave Studies in Financial Services Technology). DOI: 10.1007/978-3-030-75871-4_4
7. Savchenko V.M., Kononenko L.V., Gai O.M. Financial and statistical analysis in risk management in the financial market within the context of "Industry 5.0". *Ekonomichnii prostir*. 2024;(189):167-173. (In Ukrain.). DOI: 10.32782/2224-6282/189-31
8. Chen L., Shen Q., Yu X., Chen X. Knowledge spillovers along the sustainable supply chain of China's listed companies: The role of long-term orientation. *Journal of Innovation & Knowledge*. 2024;9(2):100478. DOI: 10.1016/j.jik.2024.100478
9. De Giovanni P. Sustainability of the metaverse: A transition to Industry 5.0. *Sustainability*. 2023;15(7):6079. DOI: 10.3390/su15076079
10. Sood S., Kim A. The golden age of the Big Data audit: Agile practices and innovations for e-commerce, post-quantum cryptography, psychosocial hazards, artificial intelligence algorithm audits, and deepfakes. *International Journal of Innovation and Economic Development*. 2023;9(2):7-23. DOI: 10.18775/ijied.1849-7551-7020.2015.92.2001
11. Zhironkin S., Ezdina N. Review of transition from Mining 4.0 to Mining 5.0 innovative technologies. *Applied Sciences*. 2023;13(8):4917. DOI: 10.3390/app13084917
12. Chen L., Xie J., Zhang X., Deng J., Ge S., Wang F.-Y. Mining 5.0: Concept and framework for intelligent mining systems in CPSS. *IEEE Transactions on Intelligent Vehicles*. 2023;8(6):3533-3536. DOI: 10.1109/tiv.2023.3285417
13. Serrano W. Smart or intelligent assets or infrastructure: Technology with a purpose. *Buildings*. 2023;13(1):131. DOI: 10.3390/buildings13010131
14. Bogdan V., Rus L., Gherai D.S., Florea A.G., Bugnar N.G. A streamline sustainable business performance reporting model by an integrated FinESG approach. *Sustainability*. 2023;15(24):16860. DOI: 10.3390/su152416860
15. Rehman A., Ganesan Y., Al-Maskari N. Influence of internal audit on implementation of environmental, social, and governance factor: Case of public listed companies in Oman. In: Żywiołek J., Rosak-Szyrocka J., Nayyar A., Naved M., eds. Modern technologies and tools supporting the development of Industry 5.0. Boca Raton, FL: CRC Press; 2024:339-380. DOI: 10.1201/9781003489269-10
16. Short L.G. Measuring trust for accountability in an untrusted digital world. *IEEE Technology Policy and Ethics*. 2021;6(6):1-5. DOI: 10.1109/ntpe.2021.9778150
17. Ferreira C.B.D., Da Silva V.L.A. A relação da Sociedade 5.0 com a iniciativa de esg nas organizações: Pesquisa exploratória sobre a importância desta abordagem. PUC-Rio: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. 2022. DOI: 10.17771/PUCRio.acad.57089
18. Cherevatskyi D.Y. The resilience of economics and the economics of resilience. *Ekonomika promislovosti = Economy of Industry*. 2023;(1):31-39. (In Ukrain.). DOI: 10.15407/econindustry2023.01.031
19. Asif M., Searcy C., Castka P. ESG and Industry 5.0: The role of technologies in enhancing ESG disclosure. *Technological Forecasting and Social Change*. 2023;195:122806. DOI: 10.1016/j.techfore.2023.122806

20. Yoşumaz İ., Uzun H. The relationship between Industry 5.0 process and ESG process: A qualitative analysis in the context of Türkiye's BIST Sustainability 25 Index white good sector. *Environmental Research and Technology*. 2024. DOI: 10.35208/ert.1431800
21. Rehman A., Umar T. Literature review: Industry 5.0. Leveraging technologies for environmental, social and governance advancement in corporate settings. *Corporate Governance: The International Journal of Business in Society*. 2024. DOI: 10.1108/CG-11-2023-0502
22. Sekaran A., Dadwal S.S., Ali A. Industry 5.0 and environmental, social, and governance initiatives in supply chain sustainability: A study of the European fast fashion industry. In: Dadwal S., Kumar P., Verma R., Singh G. Opportunities and challenges of Business 5.0 in emerging markets. Hershey, PA: IGI Global; 2023:151-171. DOI: 10.4018/978-1-6684-6403-8.ch008
23. Petrica I.M., Caraiani C., Lungu C.I., Anica-Popa L.-E. The interconnectivity of ESG research within the realm of sustainability: A bibliometric analysis. *Journal of Accounting and Management Information Systems*. 2024;23(1):261-290. DOI: 10.24818/jamis.2024.01011
24. Egorova G.I., Marinova A.A. The educational potential of functional literacy in the parameters of conceptuality and regional practice. *Vestnik Surgutskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta = Bulletin of Surgut State Pedagogical University*. 2022;(4):32-44. (In Russ.). DOI: 10.26105/sspu.2022.79.4.004
25. Shkarupeta E., Babkin A. Eco-innovative development of industrial ecosystems based on the quintuple helix. *International Journal of Innovation Studies*. 2024;8(3):273-286. DOI: 10.1016/j.ijis.2024.04.002
26. Donthu N., Kumar S., Mukherjee D., Pandey N., Lim W.M. How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*. 2021;133:285-296. DOI: 10.1016/j.jbusres.2021.04.070
27. Jain K., Tripathi P.S. Mapping the environmental, social and governance literature: A bibliometric and content analysis. *Journal of Strategy and Management*. 2023;16(3):397-428. DOI: 10.1108/JSMA-05-2022-0092
28. Khan M.A. ESG disclosure and firm performance: A bibliometric and meta analysis. *Research in International Business and Finance*. 2022;61:101668. DOI: 10.1016/j.ribaf.2022.101668
29. Gamidullaeva L.A. Smart specialization: Origin and state of the art. *MIR (Modernizatsiya. Innovatsii. Razvitie) = MIR (Modernization. Innovation. Research)*. 2024;15(1):166-184. DOI: 10.18184/2079-4665.2024.15.1.166-184
30. Page M.J., McKenzie J.E., Bossuyt P.M., et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *PLoS Medicine*. 2021;18(3):e1003583. DOI: 10.1371/journal.pmed.1003583
31. Scholar search results. Lens. URL: <https://www.lens.org/lens/search/scholar/list?q=> (accessed on 07.07.2024).
32. Free access to the Dimensions linked research database. Dimensions. URL: <https://app.dimensions.ai/discover/publication> (accessed on 07.07.2024).
33. Stats. OpenAlex. URL: <https://openalex.org/works> (accessed on 07.07.2024).
34. Rezensionen. *Datenschutz Datensicherheit (DuD)*. 2016;40(4):259-264. DOI: 10.1007/s11623-016-0591-0
35. Popkova E.G., ed. Smart green innovations in Industry 4.0 for climate change risk management. Cham: Springer-Verlag; 2023. 660 p. (Environmental Footprints and Eco-design of Products and Processes). DOI: 10.1007/978-3-031-28457-1
36. Caiado R.G.G., Scavarda L.F., Gavião L.O., et al. A fuzzy rule-based Industry 4.0 maturity model for operations and supply chain management. *International Journal of Production Economics*. 2021;231:107883. DOI: 10.1016/j.ijpe.2020.107883
37. Alkaraan F., Albitar K., Hussainey K., Venkatesh V.G. Corporate transformation toward Industry 4.0 and financial performance: The influence of environmental, social, and governance (ESG). *Technological Forecasting and Social Change*. 2022;175:121423. DOI: 10.1016/j.techfore.2021.121423
38. Raja Santhi A., Muthuswamy P. Industry 5.0 or Industry 4.0S? Introduction to Industry 4.0 and a peek into the prospective Industry 5.0 technologies. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*. 2023;17(2):947-979. DOI: 10.1007/s12008-023-01217-8
39. Alkaraan F., Elmarzouky M., Hussainey K., Venkatesh V.G. Sustainable strategic investment decision-making practices in UK companies: The influence of governance mechanisms on synergy between Industry 4.0 and circular economy. *Technological Forecasting and Social Change*. 2023;187:122187. DOI: 10.1016/j.techfore.2022.122187
40. Nitlarp T., Kiattisin S. The impact factors of Industry 4.0 on ESG in the energy sector. *Sustainability*. 2022;14(15):9198. DOI: 10.3390/su14159198
41. Saxena A., Singh R., Gehlot A., et al. Technologies empowered environmental, social, and governance (ESG): An Industry 4.0 landscape. *Sustainability*. 2023;15(1):309. DOI: 10.3390/su15010309

42. Yu W., Gu Y., Dai J. Industry 4.0-enabled environment, social, and governance reporting: A case from a Chinese energy company. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*. 2023;20(1):245-258. DOI: 10.2308/JETA-2022-014

43. Concept of technological development for the period up to 2030. Approved by the order of the Government of the Russian Federation of May 20, 2023 No. 1315-r. Official website of the Government of Russia. URL: <http://static.government.ru/media/files/KlJ6A00A1K5t8Aw93NfRG6P8OIbBp18F.pdf> (accessed on 07.07.2024). (In Russ.).

44. On the Strategy for scientific and technological development of the Russian Federation. Decree of the President of the Russian Federation of February 28, 2024 No. 145. Official website of the President of Russia. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358> (accessed on 07.07.2024). (In Russ.).

Сведения об авторах

Александр Васильевич Бабкин

доктор экономических наук, профессор, профессор Высшей инженерно-экономической школы, заведующий научно-исследовательской лабораторией «Цифровая экономика промышленности»

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., д. 29

Елена Витальевна Шкарупета

доктор экономических наук, профессор, ведущий научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Цифровая экономика промышленности»¹, профессор кафедры цифровой и отраслевой экономики²

¹ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., д. 29

² Воронежский государственный технический университет
394071, Воронеж, 20-летия Октября ул., д. 84

Поступила в редакцию 08.07.2024
Прошла рецензирование 30.07.2024
Подписана в печать 19.09.2024

Information about the authors

Alexander V. Babkin

D.Sc. in Economics, Professor, Professor at the Higher School of Engineering Economics, Head of the research laboratory “Digital Economy of Industry”

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
29 Polytechnicheskaya st., St. Petersburg 195251, Russia

Elena V. Shkarupeta

D.Sc. in Economics, Professor, leading researcher at the research laboratory “Digital Economy of Industry”¹, Professor at the Department of Digital and Sectoral Economics²

¹ Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
29 Polytechnicheskaya st., St. Petersburg 195251, Russia

² Voronezh State Technical University
84, 20-letiya Oktyabrya st., Voronezh 394071, Russia

Received 08.07.2024
Revised 30.07.2024
Accepted 19.09.2024

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией данной статьи.
Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest related to the publication of this article.