

# ЭКОНОМИКА ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА И ИННОВАЦИИ

DOI: 10.37930/1990-9780-2023-1-75-124-139

*А. В. Бабкин<sup>1</sup>, Е. В. Шкарупета<sup>2</sup>, Т. И. Польщиков<sup>3</sup>*

## КОНЦЕПЦИЯ ЭФФЕКТИВНОГО УСТОЙЧИВОГО ESG-РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ В ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКЕ<sup>4</sup>

Актуальность исследования обусловлена низким уровнем проникновения циркулярной экономики в мире с тенденцией к снижению. Чтобы сохранить мир пригодным для жизни и процветания настоящего и будущих поколений, необходимо удвоить глобальную циркулярность до 17 %. Промышленные экосистемы РФ уделяют большое внимание глобальной повестке устойчивого развития и ESG-трансформации. Однако, это не позволяет преодолеть главные проблемы на пути развития промышленных экосистем в циркулярной экономике РФ – лавинообразный прирост отходов производства и потребления, а также тенденцию антидекаплинга, характерную для линейной, высокоматериалоёмкой экспортно-сырьевой экономической модели. Дается обоснование теоретической концепции эффективного устойчивого ESG-развития промышленных экосистем в циркулярной экономике. Основопологающим в исследовании является диалектический подход, использованы также системный, комплексный, междисциплинарный, кросс-отраслевой, проектный, ценностный, холистический подходы и комплекс методов (компаративный и семантический анализ, исторический метод, метод выделения таксономических признаков и др.). Анализ развития циркулярной экономики на основе исторического метода и компаративного анализа концепций циркулярной экономики позволил представить циркулярную экономику в виде зонтичного термина для множества коэволюционирующих концепций. Выявлено смысловое ядро существующих определений циркулярной экономики. Сформулировано авторское видение сущности циркулярной экономики. Выявлены первопричины необходимости циркулярной экономики, принципов, подходов, факторов, стратегий на трёх уровнях, циркулярных бизнес-моделей, эффектов по этапам цепочки создания циркулярной

---

<sup>1</sup> *Александр Васильевич Бабкин*, профессор Высшей инженерно-экономической школы, заведующий НИЛ Цифровая экономика промышленности Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (195251, РФ, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29), д-р экон. наук, профессор, e-mail: al-vas@mail.ru

<sup>2</sup> *Елена Витальевна Шкарупета*, ведущий научный сотрудник НИЛ Политехинвест Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (195251, РФ, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29), д-р экон. наук, профессор, e-mail: 9056591561@mail.ru

<sup>3</sup> *Тихон Игоревич Польщиков*, аспирант Воронежского государственного технического университета (394000, РФ, Воронеж, Московский пр., 14), e-mail: tpolshikov@yandex.ru

<sup>4</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ. Проект № 23-28-01316.

стоимости на основе кросс-отраслевого и холистического подходов, метода выделения таксонов. Выделены существенные черты циркулярной экономики в промышленности и разработана концепция эффективного устойчивого ESG-развития промышленных экосистем в циркулярной экономике. Направлением дальнейших исследований является формирование методологии стратегического управления эффективным устойчивым ESG-развитием промышленных экосистем в циркулярной экономике.

*Ключевые слова:* циркулярная экономика, промышленные экосистемы, концепция, ESG, устойчивое развитие.

УДК 330.352

### **Введение**

Революционные инновации, блестящие идеи и климатические императивы изменят всё, кроме основ экономики и управления. В мире наблюдается высокая турбулентность внешней среды, обусловленная возрастающей планетарной нагрузкой, истощением природных ресурсов, значительным экологическим следом, необходимостью постпандемийного восстановления экономики и промышленности, санкционным давлением в условиях обострения геополитических отношений. В этих условиях парадигма устойчивого развития становится наиболее жизнестойкой и связующей концептуальной платформой, на которую придётся опереться всем странам, отраслям и корпорациям, чтобы противостоять волатильности среды и выйти из кризиса. На путь достижения Целей устойчивого развития (ЦУР) промышленные экосистемы РФ способны поставить модель циркулярной экономики. В то время как преобладающий подход к экономическому росту создаёт огромное количество отходов для получения прибыли относительно небольшим количеством людей, модель циркулярной экономики может рассматривать отходы как недостаток конструкции и создавать более распределённые и инклюзивные системы. В конечном счёте она даёт возможность переосмыслить и перепроектировать экономику, чтобы лучше удовлетворять человеческие потребности и более эффективно использовать природные ресурсы, а «зарождающееся» состояние делает её созрелой для инноваций.

В настоящее время уровень проникновения циркулярной экономики в мире очень низок и демонстрирует тенденции к ещё большему снижению: с 9,1 % в 2018 г. до 8,6 % в 2020 г.<sup>5</sup> Тем не менее, у циркулярной экономики есть потенциал для достижения желаемого эффекта масштаба, в том числе за счёт использования цифровых технологий. Чтобы сохранить мир пригодным для жизни и процветания текущего и будущих поколений, необходимо удвоить глобальную циркулярность с 8,6 до 17 %. Нашей стране и всему миру предстоит большая работа, чтобы в полной мере использовать преимущества циркулярной экономики.

В последние годы в РФ прилагаются значительные усилия для формирования законодательной и нормативной базы устойчивого развития, экономики замкнутого цикла и экологического регулирования. Так, Росстат разработал платформу ЦУР, провёл большую работу по адаптации международной методологии к реалиям российской статистики. В РФ принято и реализуется действенное законодательство по модернизации и экологизации окружающей среды; в национальных масштабах реализуются фе-

---

<sup>5</sup> Circularity Gap Report 2022. <https://www.circularity-gap.world/2022>.

деральный проект «Экономика замкнутого цикла», концепция Наилучших доступных технологий; существует целый комплекс правовых актов по обращению с отходами. Однако, в РФ отсутствует документально и законодательно закреплённое понятие циркулярной экономики.

*Объектом исследования* являются многоуровневые киберсоциальные промышленные экосистемы кластерного типа различных видов экономической деятельности. Классическое понимание промышленной экосистемы включает её описание как модели промышленной деятельности, представляющей собой локализованные социально-экономические формации, обеспечивающие устойчивое развитие посредством рециркуляции входных и выходных ресурсов на основе методов промышленного симбиоза [1]. Мы представляем *промышленную экосистему* как сложную систему «экономических акторов, действующих на базе единой цифровой платформы, отличающихся видами деятельности и особенностями функционирования, целью которых является создание на основе принципа эмерджентности промышленной продукции и/или услуг» [2, 3].

*Предметом исследования* выступают управленческие, организационные и экономические отношения, возникающие в процессе решения комплекса теоретических, научно-методических и практических вопросов и проблем управления развитием промышленных экосистем в циркулярной экономике РФ.

*Цель исследования* – обоснование теоретической концепции эффективного устойчивого ESG-развития промышленных экосистем в циркулярной экономике.

*Задачи исследования:*

- провести анализ нарратива развития циркулярной экономики на основе исторического метода и компаративного анализа;
- сформулировать авторское видение сущности циркулярной экономики;
- выделить сущностные черты циркулярной экономики в промышленности и разработать концепцию эффективного устойчивого ESG-развития промышленных экосистем в циркулярной экономике.

*Методы и материалы.* Основополагающим в процессе исследования является диалектический подход. Кроме него использованы системный, комплексный, междисциплинарный, кросс-отраслевой, проектный, ценностный, холистический подходы; библиометрический анализ на основе инструментов Google Trends, Scopus Analytics и Платформы стратегической разведки WEF, контент-анализ, компаративный, семантический анализ; исторический метод, метод выделения таксономических признаков, стратегических карт, интегральный метод, метод линейной нормализации; методы компьютерного анализа данных, кабинетного исследования, анализа научных публикаций; методы качественного и количественного анализа данных; управление по отклонениям на основе данных, рейтингование, триангуляция агрегированных объёмов материалов с другими установленными источниками, метод бенчмаркинга и др.

### **Результаты и обсуждение**

Наиболее известными публикациями российских и зарубежных авторов, позволяющими понять современное состояние области исследований, являются труды А. Туладхар и др. [4], Д. Райке и др. [5], Ф. Бломсма и др. [6]. Авторы одного из самых известных исследований сущностных характеристик циркулярной экономики Дж. Кирчхер, Д. Райке, М. Хеккерт [7] проанализировали 114 существующих определений циркулярной экономики. На наш взгляд, в научных публикациях можно найти еще несколько сотен определений. Термин «циркулярная экономика» часто используется наравне с

терминами «циклическая экономика», «экономика замкнутого цикла». Данные понятия являются синонимами [8, 9]. Из-за наличия большого количества различных трактовок понятия циркулярной экономики, на наш взгляд, сущностные черты циркулярной экономики целесообразно рассматривать с точки зрения двух подходов:

1) широкого:

– круговая (циклическая) экономика – это новая идеология жизни, которая является основой более устойчивой системы, обеспечивающей всем здоровье и безопасность [10];

– в широкой трактовке циркулярная экономика – это экономика, минимизирующая отходы и потери [11];

– в самом общем смысле циркулярная экономика может быть представлена как инструмент достижения целей устойчивого развития [12–14];

2) узкого, специализированного:

– циркулярная экономика – это экономика, построенная на основе систем производства – потребления общества, которая максимизирует услуги, производимые из линейного потока материалов и энергии «природа – общество – природа». Для этого используются циклические потоки материалов, возобновляемые источники энергии и каскадные потоки энергии 1 типа. Успешная круговая экономика способствует всем трём аспектам устойчивого развития. Циркулярная экономика ограничивает пропускной поток до уровня, который допускает природа, и использует циклы экосистем в экономических циклах, соблюдая их естественные темпы воспроизводства [15];

– экономическая система, которая заменяет концепцию «конца жизни» сокращением, альтернативным повторным использованием, переработкой и восстановлением материалов в процессах производства/распределения и потребления [16];

– циркулярная экономика означает «производство и потребление товаров через замкнутые материальные потоки, которые интернализируют внешние экологические эффекты, связанные с добычей первичных ресурсов и образованием отходов (включая загрязнение)» [17];

– «циркулярная экономика – это подход, который изменит функцию ресурсов в экономике. Отходы заводов станут ценным сырьем для другого процесса, а продукцию можно будет не выбрасывать, а ремонтировать, повторно использовать или модернизировать» [18];

– циркулярная экономика «относится в основном к аспектам физических и материальных ресурсов экономики – она сосредоточена на переработке, ограничении и повторном использовании физических ресурсов экономики, а также на использовании отходов в качестве ресурса, что приводит к снижению потребления первичных ресурсов» [19];

– циркулярная экономика – это альтернатива традиционной линейной экономике (производство, использование, утилизация), в которой мы сохраняем ресурсы как можно дольше, извлекая из них максимальную стоимость в процессе использования, затем восстанавливая и повторно используя продукты и материалы [20].

В 2022 г., объединив преимущества цифровизации и циркулярной экономики, учёные Академии Луохан<sup>6</sup> предложили интегрированную концептуальную схему цифровой циркулярной экономики. Каждый из элементов системы цифровой циркулярной экономики активно влияет на другой, тем самым минимизируя или даже устраняя

---

<sup>6</sup> Digital Circular Economy for Net Zero. Luohan Academy Report. April 2022. <https://gw.alipayobjects.com/os/bmw-prod/53f4bcd3-6c45-45ba-ace4-e34b76b6d2bb.pdf>.

ограничения любого из них в отдельности. С одной стороны, повышение эффективности за счёт цифровизации может быть переведено в повышение эффективности циркулярной экономики. С другой стороны, циркулярная экономика может достичь значимого сокращения выбросов углерода, способствуя масштабированию за счёт цифровизации. Не менее важно и то, что активное взаимодействие цифровизации, циркулярности и экономики возможно только в рамках экономической системы, контролируемой заинтересованными сторонами и целенаправленным управлением. Именно эту систему учёные Академии Луохан<sup>7</sup> назвали цифровой циркулярной экономикой.

Промышленные экосистемы РФ уделяют большое значение глобальной повестке устойчивого развития и ESG-трансформации; реализуют стратегии, политики и программы, направленные на повышение качества окружающей среды, создание полностью замкнутых производственных циклов и максимальное вовлечение в производство вторичного сырья. Однако, вышеперечисленные положительные тенденции пока не позволяют преодолеть главные проблемы на пути развития промышленных экосистем в циркулярной экономике РФ – лавинообразный прирост отходов производства и потребления, а также тенденцию антидекаплинга, характерную для линейной, высокоматериалоемкой экспортно-сырьевой экономической модели, одной из самых инертных и неустойчивых. Обратный принцип декаплинга подразумевает, что экономический рост возможен без возрастания негативной нагрузки на окружающую среду, а иногда – даже с её снижением. Решение проблем и устранение негативных тенденций в целях эффективного устойчивого ESG-развития промышленных экосистем в циркулярной экономике РФ требует внедрения эффективной системы управления, обеспеченной научно обоснованными подходами, стратегиями, бизнес-моделями, этапами, технологиями, решениями, концептуально-методическим инструментарием, рекомендациями и механизмами реализации.

Под *циркулярной экономикой* в рамках данного исследования будем понимать концептуальную системную модель перехода к повторному использованию и потреблению материальных продуктов и энергетических ресурсов с целью минимизации отходов и загрязнений, повышения устойчивости производственных процессов и решений, восстановления окружающей среды и создания дополнительной экономической, социальной и экологической ценности. Разделяя точку зрения экспертов Accenture [21], под *циркулярной экосистемой* в данном исследовании мы понимаем сеть организаций, сотрудничающих и взаимодействующих в целях создания благоприятной среды для коллективных преобразований, позволяющих цепочкам создания стоимости (или отдельным отраслям, или операционным зонам) перейти от линейного к циркулярному способу функционирования.

В ходе исследования авторы пришли к выводу, что в настоящее время можно выделить два основных подхода к описанию содержательных аспектов циркулярной экономики [22–26]:

1) азиатский подход к циркулярной экономике делает акцент на более чистом потреблении и производстве. В основе азиатской стратегии формирования циркулярной экономики лежат так называемые R-императивы (рис. 1): от 3R до 10R. Д. Рейке и др. [5] на основе анализа огромного количества слов, которые появляются в научных статьях в качестве R-императивов, отмечают использование 38 различных «re-» слов.

<sup>7</sup> Digital Circular Economy for Net Zero. Luohan Academy Report. April 2022. <https://gw.alipayobjects.com/os/bmw-prod/53f4bcd3-6c45-45ba-ace4-e34b76b6d2bb.pdf>.

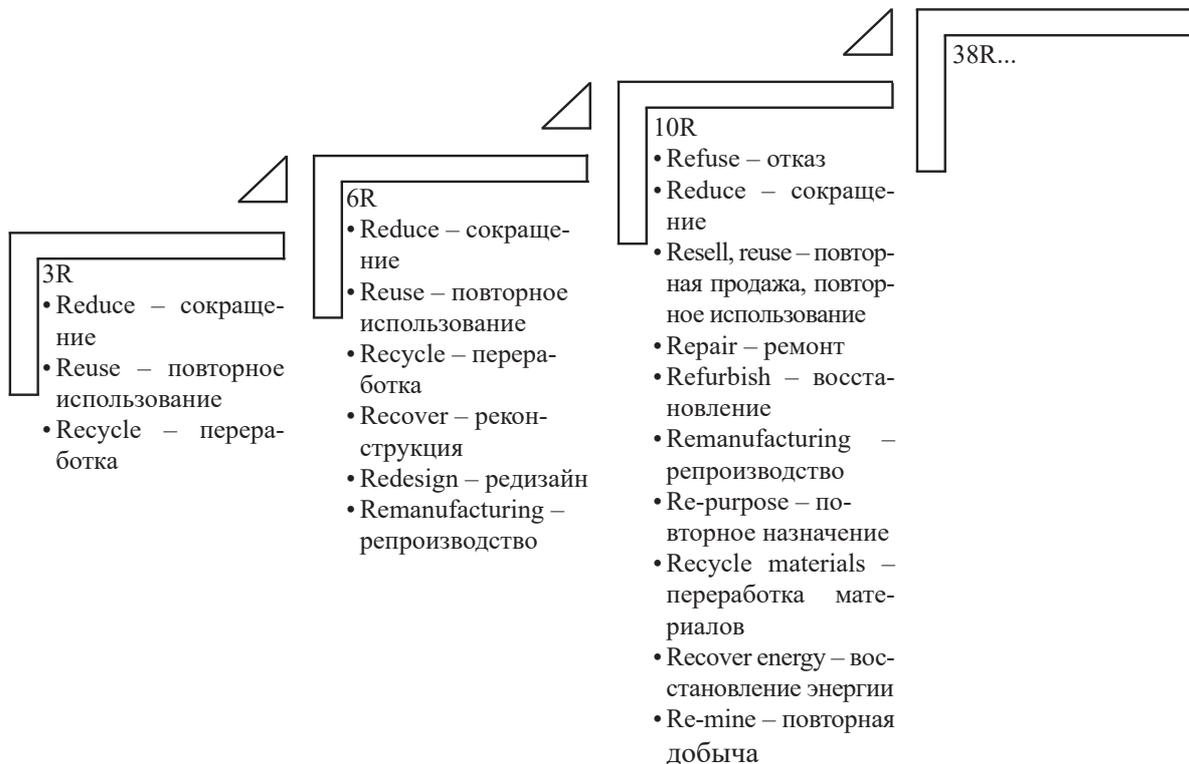


Рис. 1. R-императивы в концепции циркулярной экономики (составлено авторами)

Азиатская концепция циркулярной экономики во многом перекликается с концепцией промышленной экологии Г. Л. Звягинцева [25], Г. А. Ягодина [26], Р. Фроша и Н. Галлопулоса [27], Б. Алленби [28–31], основанной на преимуществах использования остаточных отходов, включая энергию, воду, различные побочные продукты, а также информацию [32];

2) европейский взгляд на содержательные аспекты циркулярной экономики фокусируется на подходе системного проектирования и черпает вдохновение в основном из методологии «От колыбели к колыбели» [33] и экономической модели замкнутого цикла У. Штаэля [34].

В качестве таксономических признаков конструирования метрик классификации факторов развития промышленных экосистем в условиях циркулярной экономики авторами применены следующие (рис. 2):

- отношение к одной из трёх проекций ESG-развития;
- отношение к одной из трёх концепций устойчивости – циркулярной, зелёной экономике или биоэкономике;
- отношение к одной из 8 проекций трансформационной карты Всемирного экономического форума (WEF) по вопросам циркулярной экономики.

Рассмотрим группы таксономических признаков факторов развития промышленных экосистем в условиях циркулярной экономики последовательно:

1. По отношению к одной из проекций ESG-развития. С. Невес и А. Маркус [35] исследуют драйверы и барьеры при переходе от линейной экономики к циркулярной и

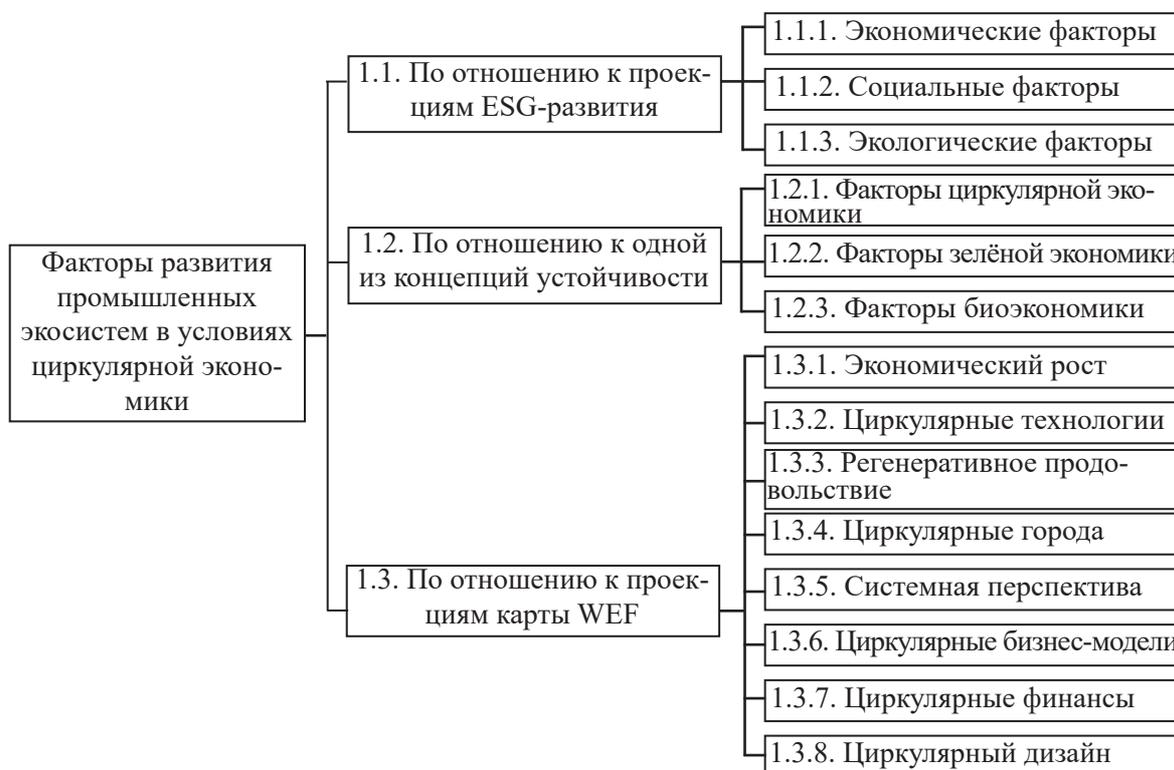


Рис. 2. Таксономия факторов развития промышленных экосистем в условиях циркулярной экономики (составлено авторами)

выделяют три группы факторов циркулярности: экономические, социальные и факторы окружающей среды. Другими словами, учёные анализируют ESG-факторы, а циркулярную экономику рассматривают как инструмент повышения эффективности устойчивого развития и достижения целей устойчивого развития.

К экономическим факторам циркулярной экономики можно отнести следующие [36]:

- существует связь между уровнем дохода и экологически устойчивым поведением. При этом не уровень бедности, а неравенство доходов влияет на выбросы и является значимым фактором циркулярности;

- в развитых странах экономический рост «стимулирует» образование отходов, а увеличение их количества создаёт новые рабочие места в секторе управления отходами, способствуя экономическому росту;

- в развивающихся странах экономический рост также стимулирует образование отходов, но обратной связи нет – образование отходов ведёт к снижению экономического роста;

- важность инвестиций в кругооборот.

К социальным факторам циркулярной экономики относятся следующие [35]:

- нет прямой взаимосвязи между плотностью населения и экологически устойчивым поведением. Например, рост населения в Китае сместил акцент с утилизации отходов на управление ими;

– существует связь между грамотностью и экологически устойчивым поведением населения (не доказано на региональном/муниципальном уровне);

– возраст населения является существенным предиктором уровня переработки и/или образования отходов.

К экологическим факторам циркулярной экономики можно отнести следующие [35, 37]:

– доказано, что окружающая среда только выиграет от циркулярной экономики;

– повышение экологической осведомлённости и сознательности побуждает домохозяйства к переработке отходов;

– экологическое регулирование способствует разделению сбора отходов.

2. По отношению к одной из трёх стратегий устойчивости – зелёной экономике, биоэкономике и циркулярной экономике. Зелёная экономика и биоэкономика (наравне с циркулярной) являются стратегиями достижения целей устойчивого развития.

Д'Амато, Дж. Корхонен и др. [38, 39] обнаружили, что:

– для экологической устойчивости зелёная экономика выступает в качестве «зонтичной» концепции, включающей элементы концепций циркулярной и биоэкономике (например, экологическая эффективность; возобновляемые источники энергии), а также дополнительные идеи, например решения на основе природы. В частности, циркулярная экономика и биоэкономика ориентированы на ресурсы, в то время как зелёная экономика признаёт основополагающую роль всех экологических процессов;

– что касается социального измерения, зелёная экономика в большей степени учитывает некоторые аспекты на местном уровне (например, экологический туризм, образование), в то время как в литературе по биоэкономике появляются дискуссии о местных процессах с точки зрения биобезопасности и сельской политики. Продукция на биооснове имеет решающее значение для перехода к циркулярной экономике [35, 40, 41].

Сравнивая различные стратегии устойчивости, продвигаемые концепциями зелёной экономики, биоэкономике и циркулярной экономики, Д'Амато, Дж. Корхонен и др. [38, 39] выступают не за их взаимозаменяемость, а за их уточнение и взаимную интеграцию.

3. По отношению к одной из 8 проекций трансформационной карты WEF по вопросам циркулярной экономики.

На основе Платформы стратегической разведки WEF нами получена трансформационная карта факторов по направлению «Циркулярная экономика»<sup>8</sup>, согласно которой факторы циркулярной экономики могут быть классифицированы по 8 группам:

– новое понимание экономического роста – приоритет людей и экологических систем может создать более устойчивую экономику;

– технологии, обеспечивающие циркулярность – такие инструменты, как искусственный интеллект, помогают повысить эффективность и сократить количество отходов;

– регенеративная продовольственная система – мы можем переосмыслить то, как мы выращиваем, производим, едим и думаем о еде;

– циркулярная экономика в городах – в настоящее время городские районы потребляют три четверти всех природных ресурсов, но ситуация может измениться;

– системная перспектива циркулярных изменений – устранение расточительной практики и обеспечение устойчивого потребления требуют системных изменений;

<sup>8</sup> Платформа стратегической разведки Всемирного экономического форума. WEF. Circular Economy. Strategic Intelligence. <https://intelligence.weforum.org/topics/a1Gb0000000pTDMEA2>.

– циркулярные бизнес-модели – возможности для переосмысления потребления с помощью долговечных продуктов, предназначенных для совместного использования и повторного применения, огромны;

– циркулярные финансы – финансовые компании и другие инвесторы должны обратить внимание на экологические, социальные и управленческие аспекты;

– циркулярный дизайн – инклюзивный и регенеративный дизайн может фундаментально решить экологические и социальные проблемы, а не лечить симптомы.

Резюмируя, представим разработанную концепцию эффективного устойчивого ESG-развития промышленных экосистем в циркулярной экономике (рис. 3).



Рис. 3. Концепция эффективного устойчивого ESG-развития промышленных экосистем в циркулярной экономике (разработано авторами)

Масштабы формирования циркулярной экономики в разных промышленных экосистемах неодинаковы, а темпы внедрения на практике – медленнее, чем ожидалось. Чтобы циркулярная экономика могла оказать значительное влияние на глобальное сокращение выбросов углерода, её необходимо внедрять в больших масштабах. В настоящее время уровень проникновения циркулярной экономики очень низок [42]. По данным Отчёта о циркулярном разрыве 2020 г.<sup>9</sup>, ежегодно в мировую экономику поступает 1009 млрд тонн материалов, из которых только 8,6 % возвращается в экономику. Линейная экспортно-сырьевая экономическая модель остаётся одной из самых инертных и неустойчивых [43, 44]. Тем не менее у циркулярной экономики есть потенциал для достижения желаемого эффекта масштаба, в том числе за счёт использования цифровых технологий [45]. Чтобы в полной мере использовать преимущества циркулярной экономики [46], предстоит проделать большую работу.

### Заключение

Анализ развития циркулярной экономики на основе исторического метода и компаративного анализа концепций циркулярной экономики позволил представить её в виде зонтичного термина для множества коэволюционирующих концепций.

Выявление смыслового ядра существующих определений циркулярной экономики на основе широкого и узкого специализированного подходов позволило сформулировать авторское видение сущности циркулярной экономики.

Выявление первопричин необходимости циркулярной экономики, принципов, подходов, факторов, стратегий на трёх уровнях, циркулярных бизнес-моделей, эффектов по этапам цепочки создания циркулярной стоимости на основе кросс-отраслевого и холистического подходов, метода выделения таксонов на основе таксономических признаков позволило выделить сущностные черты циркулярной экономики в промышленности и разработать концепцию эффективного устойчивого ESG-развития промышленных экосистем в циркулярной экономике.

Направлениями и областями исследования, которые позволят авторам или другим исследователям развивать научное направление, представленное в статье, являются: методология стратегического управления эффективным устойчивым ESG-развитием промышленных экосистем в циркулярной экономике; совершенствование управления эффективным устойчивым ESG-развитием промышленных экосистем в циркулярной экономике РФ.

### Список литературы

1. Korhonen J. (2000) Industrial Ecosystem: Using the Material and Energy Flow Model of an Ecosystem in an Industrial System. *Jyväskylä Studies in Business and Economics*, 5. University of Jyväskylä.
2. Бабкин, А. В. Управление кросс-отраслевым потенциалом развития в условиях Индустрии 5.0: теория, инструментарий и практические приложения / А. В. Бабкин, Е. В. Шкарупета, В. А. Плотников // *Экономическое возрождение России*. – 2022. – № 2 (72). – С. 50–65.
3. Бабкин, А. В. Интеллектуальная киберсоциальная экосистема Индустрии 5.0: понятие, сущность, модель / А. В. Бабкин, Е. В. Шкарупета, В. А. Плотников // *Экономическое возрождение России*. – 2021. – № 4 (70). – С. 39–62.

<sup>9</sup> Circularity Gap Report 2020. <https://www.circularity-gap.world/2020>.

4. Tuladhar, A., Iatridis, K., Dimov, D. (2021) History and Evolution of the Circular Economy and Circular Economy Business Models. In: A. Stefanakis, & I. Nikolaou (Eds.), *Circular Economy and Sustainability: Environmental Engineering, Policy, and Management*. 1 ed., Vol. 1, pp. 187–192. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819817-9.00031-4>
5. Reike D., Vermeulen W. J. V., Witjes S. (2018) The Circular Economy: New or Refurbished as Ce 3.0? – Exploring Controversies in the Conceptualization of the Circular Economy Through a Focus on History and Resource Value Retention Options. *Resources, Conservation and Recycling*, 135, pp. 246–264.
6. Blomsma F., Brennan G. (2017) The Emergence of Circular Economy: A New Framing Around Prolonging Resource Productivity. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), pp. 603–614.
7. Kirchherr J., Reike D., Hekkert M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions // *Resources, conservation and recycling*. – 2017. – Т. 127. – С. 221–232.
8. Валько, Д. В. Циркулярная экономика: понятийный аппарат и диффузия концепции в отечественных исследованиях / Д. В. Валько // *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент»*. – 2019. – №. 2. – С. 42–49.
9. Глухов, В. В. Цифровое стратегирование промышленных систем на основе устойчивых экоиновационных и циркулярных бизнес-моделей в условиях перехода к Индустрии 5.0 / В. В. Глухов, А. В. Бабкин, Е. В. Шкарупета // *Экономика и управление*. – 2022. – Т. 28, №. 10. – С. 1006–1020.
10. Альмашев, Д. М. Финансирование «зеленых» проектов в России: проблемы и перспективы / Д. М. Альмашев, А. В. Бабкин // *Устойчивое развитие (ESG): финансы, экономика, промышленность*. – 2022. – С. 17–28.
11. Бобылев, С. Н. Циркулярная экономика и ее индикаторы для России / С. Н. Бобылев, С. В. Соловьева // *Мир новой экономики*. – 2020. – №. 2. – С. 63–72.
12. Шкарупета, Е. В. Цифровая циркулярная экономика: концепция, модель, стратегии, фреймворк, технологии / Е. В. Шкарупета, Е. А. Ильина // *Организатор производства*. – 2022. – Т. 30, № 4. – С. 9–17.
13. Пахомова, Н. В. Переход к циркулярной экономике и замкнутым цепям поставок как фактор устойчивого развития / Н. В. Пахомова, К. К. Рихтер, М. А. Ветрова // *Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика*. – 2017. – №. 2. – С. 244–268.
14. Ильина, Е. А. Циркулярная экономика: концептуальные подходы и механизмы их реализации / Е. А. Ильина // *Организатор производства*. – 2022. – Т. 30, № 3. – С. 21–30.
15. Korhonen J., Honkasalo A., Seppälä J. (2018) Circular Economy: The Concept and Its Limitations. *Ecological Economics*, 143, pp. 37–46.
16. Schroeder P., Anggraeni K., Weber U. (2019) The Relevance of Circular Economy Practices to the Sustainable Development Goals. *Journal of Industrial Ecology*, 23(1), pp. 77–95.
17. Sauvé S., Bernard S., Sloan P. (2016) Environmental Sciences, Sustainable Development and Circular Economy: Alternative Concepts for Trans-Disciplinary Research. *Environmental Development*, 17, pp. 48–56.
18. Preston F. (2012) *A Global Redesign? Shaping the Circular Economy*.
19. Zhongming Z., et al. (2014) *Resource Efficient Green Economy and EU Policies*.
20. Mitchell P. (2015) *Employment and the Circular Economy-Job Creation Through Resource Efficiency in London*. Report produced by WRAP for the London Sustainable Development Commission, the London Waste and Recycling Board and the Greater London Authority.
21. Lacy P., Long J., Spindler W. (2020) *The Circular Economy Handbook*. Palgrave Macmillan UK.

22. Wautelet T. (2018) The Concept of Circular Economy: Its Origins and Its Evolution.
23. Валько, Д. В. Устойчивое развитие и циркулярная экономика: межстрановое измерение / Д. В. Валько // Управление в современных системах. – 2020. – №. 1 (25). – С. 3–12.
24. Ветрова, М. А. Развитие ремануфактуринга в качестве новой стратегии бизнеса при переходе к циркулярной экономике / М. А. Ветрова // Эффективность экономики, экологические инновации, климатическая и энергетическая политика-2017. – 2017. – С. 226–238.
25. Звягинцев, Г. Л. Промышленная экология и технология утилизации отходов / Г. Л. Звягинцев. – Харьков: Высш. шк., 1986.
26. Ягодин Г. А. Промышленная экология / Г. А. Ягодин // Экология в мире технологий. – М.: Знание, 1987.
27. Frosch R. A., Gallopoulos N. E. (1989) Strategies for Manufacturing. *Scientific American*, 261(3), pp. 144–153.
28. Allenby B. R. (1992a) Achieving Sustainable Development Through Industrial Ecology. *International Environmental Affairs*, 4(1), pp. 56–68.
29. Allenby B. R. (1992b) Design for Environment: Implementing Industrial Ecology. Rutgers The State University of New Jersey-New Brunswick.
30. Allenby B. R. (1992c) Industrial Ecology: The Materials Scientist in an Environmentally Constrained World. *MRS Bulletin*, 17(3), pp. 46–51.
31. Allenby B. R., et al. (1994) The Greening of Industrial Ecosystems. Washington, DC: National Academy Press, pp. 137–148.
32. Su B., et al. (2013) A Review of the Circular Economy in China: Moving from Rhetoric to Implementation. *Journal of Cleaner Production*, 42, pp. 215–227.
33. McDonough W., Braungart M. (2002) *Remaking the Way We Make Things: Cradle to Cradle*. New York: North Point Press, pp. 104.
34. Stahel W. R. (1986) Product Life as a Variable: The Notion of Utilization. *Science and Public Policy*, 13 (4), pp. 185–193.
35. Neves S. A., Marques A. C. (2022) Drivers and Barriers in the Transition from a Linear Economy to a Circular Economy. *Journal of Cleaner Production*, 341, Article 130865.
36. Ратнер, С. В. Факторы развития циркулярной экономики / С. В. Ратнер // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2020. – Т. 13, №. 4. – С. 430–447.
37. Сербулова, Н. М. Барьеры на пути перехода к циркулярной экономике / Н. М. Сербулова, А. С. Городнянская, С. В. Канурный // Экономика и предпринимательство. – 2018. – №. 3. – С. 978–983.
38. D’Amato D., Korhonen J., Toppinen A. (2019) Circular, Green, and Bio Economy: How Do Companies in Land-Use Intensive Sectors Align with Sustainability Concepts? *Ecological Economics*, 158, pp. 116–133.
39. D’Amato D., et al. (2017) Green, Circular, Bio Economy: A Comparative Analysis of Sustainability Avenues. *Journal of Cleaner Production*, 168, pp. 716–734.
40. Чеканова, Е. В. Анализ инновационного потенциала России в процессе перехода к циркулярной экономике / Е. В. Чеканова // Журнал «У». Экономика. Управление. Финансы. – 2020. – №. 4. – С. 101–110.
41. Исмаилов, Т. А. Развитие и состояние циркулярной экономики / Т. А. Исмаилов, А. Н. Штукатуров, К. О. Языкова // Кооперация и предпринимательство: состояние, проблемы и перспективы. – 2021. – С. 283–286.
42. Chen L., et al. (2022) Digital Circular Economy for Net Zero.

43. Гурьева, М. А. Построение теоретических прогнозных сценариев развития циркулярной экономики в России / М. А. Гурьева // Экономика, предпринимательство и право. – 2020. – Т. 10, №. 8. – С. 2151–2178.

44. Симченко, Н. А. Теория циркулярных экономических систем: концептуальный дискурс / Н. А. Симченко, С. Ю. Цёхла // Теоретическая экономика. – 2021. – №. 2 (74). – С. 66–72.

45. Бабкин, А. В. Влияние социально-ответственного инвестирования на стоимость инновационно-активных промышленных предприятий / А. В. Бабкин, Е. Д. Малевская-Малевич // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. – 2021. – Т. 14, № 4. – С. 82–94. DOI: 10.18721/JE.14406.

46. Кваша, Н. В. Распределенная и цифровая энергетика как инновационные элементы четвертого энергоперехода / Н. В. Кваша, Е. Г. Бондарь // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. – 2021. – Т. 14, № 6. – С. 67–77. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14605>.

### References

1. Korhonen J. (2000) Industrial Ecosystem: Using the Material and Energy Flow Model of an Ecosystem in an Industrial System. *Jyväskylä Studies in Business and Economics*, 5. University of Jyväskylä.

2. Babkin A. V., Shkarupeta E. V., Plotnikov V. A. (2022) *Upravleniye kross-otraslevym potentsialom razvitiya v usloviyakh Industrii 5.0: teoriya, instrumentariy i prakticheskiye prilozheniya* [Intersectoral Development Potential Management Under Industry 5.0: Theory, Tools and Practical Applications.]. *Economic Revival of Russia*, 2 (72), pp. 50–65.

3. Babkin A. V., Shkarupeta E. V., Plotnikov V. A. (2021) *Intellektual'naya kibersotsial'naya ekosistema Industrii 5.0: ponyatiye, sushchnost', model'* [Intelligent Cyber-Social Ecosystem of Industry 5.0: Definition, Essence, Model]. *Economic Revival of Russia*, 4 (70), pp. 39–62.

4. Tuladhar, A., Iatridis, K., Dimov, D. (2021) History and Evolution of the Circular Economy and Circular Economy Business Models. In: A. Stefanakis, & I. Nikolaou (Eds.), *Circular Economy and Sustainability: Environmental Engineering, Policy, and Management*. 1 ed., Vol. 1, pp. 187-192. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819817-9.00031-4>

5. Reike D., Vermeulen W. J. V., Witjes S. (2018) The Circular Economy: New or Refurbished as Ce 3.0? – Exploring Controversies in the Conceptualization of the Circular Economy Through a Focus on History and Resource Value Retention Options. 135, pp. 246–264.

6. Blomsma F., Brennan G. (2017) The Emergence of Circular Economy: A New Framing Around Prolonging Resource Productivity. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), pp. 603–614.

7. Kirchherr J., Reike D., Hekkert M. (2017) Conceptualizing the Circular Economy: An Analysis of 114 Definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, pp. 221–232.

8. Val'ko D. V. (2019) *Tsirkulyarnaya ekonomika: ponyatiynyy apparat i diffuziya kontseptsii v otechestvennykh issledovaniyakh* [Circular Economy: Definitions and Diffusion of the Concept in Russian Research]. *Scientific journal NRU ITMO. Series "Economics and Environmental Management"*, 2, pp. 42–49.

9. Glukhov V. V., Babkin A. V., Shkarupeta E.V. (2022) *Tsifrovoye strategirovaniye promyshlennykh sistem na osnove ustoychivyykh ekoinnovatsionnykh i tsirkulyarnyykh biznes-modeley v usloviyakh perekhoda k Industrii 5.0* [Digital Strategizing of Industrial Systems Based on Sustainable Eco-Innovation and Circular Business Models in the Context of the Transition to Industry 5.0]. *Economics and Management*, 28(10), pp. 1006–1020.

10. Al'mashev D. M., Babkin A. V. (2022) Finansirovaniye «zelenykh» proyektov v Rossii: problemy i perspektivy. Ustoychivoye razvitiye (ESG): finansy, ekonomika, promyshlennost' [Financing "Green" Projects in Russia: Problems and Prospects]. Sustainable Development (ESG): Finance, Economics, Industry, pp. 17–28.
11. Bobylev S.N., Solovyeva S.V. (2020) Tsirkulyarnaya ekonomika i yeye indikatory dlya Rossii [Circular Economy and its Indicators for Russia]. The World of New Economy, 2, pp. 63–72.
12. Shkarupeta E. V., Ilyina E. A. (2022) Tsfrovaya tsirkulyarnaya ekonomika: kontseptsiya, model', strategii, freymvork, tekhnologii [Digital Circular Economy: Concept, Model, Strategies, Framework, Technologies]. Organizer of Production, 30 (4), pp. 9–17.
13. Pakhomova N. V., Richter K. K., Vetrova M. A. (2017). Perekhod k tsirkulyarnoy ekonomike i zamknutym tsepyam postavok kak faktor ustoychivogo razvitiya [Transition to Circular Economy and Closed-Loop Supply Chains as Driver of Sustainable Development]. St Petersburg University Journal of Economic Studies, 33(2), pp. 244–268
14. Ilyina E.A. (2022) Tsirkulyarnaya ekonomika: kontseptual'nyye podkhody i mekhanizmy ikh realizatsii [Circular Economy: Conceptual Approaches and Mechanisms of Their Implementation]. Organizer of Production, 30(3), pp. 21-30.
15. Korhonen J., Honkasalo A., Seppälä J. (2018) Circular Economy: The Concept and Its Limitations. Ecological Economics, 143, pp. 37–46.
16. Schroeder P., Anggraeni K., Weber U. (2019) The Relevance of Circular Economy Practices to the Sustainable Development Goals. Journal of Industrial Ecology, 23(1), pp. 77–95.
17. Sauvé S., Bernard S., Sloan P. (2016) Environmental Sciences, Sustainable Development and Circular Economy: Alternative Concepts for Trans-Disciplinary Research. Environmental Development, 17, pp. 48–56.
18. Preston F. (2012) A Global Redesign? Shaping the Circular Economy.
19. Zhongming Z., et al. (2014) Resource Efficient Green Economy and EU Policies.
20. Mitchell P. (2015) Employment and the Circular Economy-Job Creation Through Resource Efficiency in London. Report produced by WRAP for the London Sustainable Development Commission, the London Waste and Recycling Board and the Greater London Authority.
21. Lacy P., Long J., Spindler W. (2020) The Circular Economy Handbook. Palgrave Macmillan UK.
22. Wautelet T. (2018) The Concept of Circular Economy: Its Origins and Its Evolution.
23. Val'ko D. V. (2020) Ustoychivoye razvitiye i tsirkulyarnaya ekonomika: mezhstranovoye izmereniye [Sustainable Development and Circular Economy: Cross-Country Measurement]. Management in Modern Systems, 1(25), pp. 3–12.
24. Vetrova M. A. (2017) Razvitiye remanufacturinga v kachestve novoy strategii biznesa pri perekhode k tsirkulyarnoy ekonomike [Development of Remanufacturing as a New Business Strategy in the Transition to a Circular Economy]. In: Economic Efficiency, Environmental Innovation, Climate and Energy Policy-2017, pp. 226–238.
25. Zvyagintsev G. L. (1986) Promyshlennaya ekologiya i tekhnologiya utilizatsii otkhodov [Industrial Ecology and Technology of Waste Disposal]. Kharkov: Vysshaya shkola Publ.
26. Yagodin G. A. (1987) Promyshlennaya ekologiya. Ekologiya v mire tekhnologiy [Industrial Ecology. Ecology in the World of Technology]. M: Znaniye Publ.
27. Frosch R. A., Gallopoulos N. E. (1989) Strategies for Manufacturing. Scientific American, 261(3), pp. 144–153.
28. Allenby B. R. (1992a) Achieving Sustainable Development Through Industrial Ecology. International Environmental Affairs, 4(1), pp. 56–68.

29. Allenby B. R. (1992b) *Design for Environment: Implementing Industrial Ecology*. Rutgers The State University of New Jersey-New Brunswick.
30. Allenby B. R. (1992c) *Industrial Ecology: The Materials Scientist in an Environmentally Constrained World*. *MRS Bulletin*, 17(3), pp. 46–51.
31. Allenby B. R., et al. (1994) *The Greening of Industrial Ecosystems*. Washington, DC: National Academy Press, pp. 137–148.
32. Su B., et al. (2013) *A Review of the Circular Economy in China: Moving from Rhetoric to Implementation*. *Journal of Cleaner Production*, 42, pp. 215–227.
33. McDonough W., Braungart M. (2002) *Remaking the Way We Make Things: Cradle to Cradle*. New York: North Point Press, pp. 104.
34. Stahel W. R. (1986) *Product Life as a Variable: The Notion of Utilization*. *Science and Public Policy*, 13 (4), pp. 185–193.
35. Neves S. A., Marques A. C. (2022) *Drivers and Barriers in the Transition from a Linear Economy to a Circular Economy*. *Journal of Cleaner Production*, 341, Article 130865.
36. Ratner S. V. (2020) *Faktory razvitiya tsirkulyarnoy ekonomiki [Factors of the Circular Economy Development]*. *Financial Analytics: Science and Experience*, 13 (4), pp.430–447.
37. Serbulova N. M., Gorodnyanskaya A. S., Kanurny S. V. (2018) *Bar'ery na puti perekhoda k tsirkulyarnoy ekonomike [Barriers to the transition to a circular economy]*. *Journal of Economy and Entrepreneurship*, 3, pp. 978–983.
38. D'Amato D., Korhonen J., Toppinen A. (2019) *Circular, Green, and Bio Economy: How Do Companies in Land-Use Intensive Sectors Align with Sustainability Concepts?* *Ecological Economics*, 158, pp. 116–133.
39. D'Amato D., et al. (2017) *Green, Circular, Bio Economy: A Comparative Analysis of Sustainability Avenues*. *Journal of Cleaner Production*, 168, pp. 716–734.
40. Chekanova E. V. (2020) *Analiz innovatsionnogo potentsiala Rossii v protsesse perekhoda k tsirkulyarnoy ekonomike [An Analysis of Russian Innovation Potential During Transition Process to Circular Economy]*. *Journal "U". Economy. Control. Finance*, 4, pp. 101–110.
41. Ismailov T.A., Shtukaturov A.N., Yazykova K.O. (2021) *Razvitiye i sostoyaniye tsirkulyarnoy ekonomiki [Development and State of the Circular Economy]*. In: *Cooperation and Entrepreneurship: Status, Problems and Prospects*, pp. 283–286.
42. Chen L., et al. (2022) *Digital Circular Economy for Net Zero*.
43. Guryeva M. A. (2020) *Postroenie teoreticheskikh prognoznykh stsenariyev razvitiya tsirkulyarnoy ekonomiki v Rossii [Building Theoretical Forecast Scenarios for the Development of a Circular Economy in Russia]*. *Journal of Economics, Entrepreneurship and Law*, 10(8), pp. 2151–2178.
44. Simchenko N. A., Tsyokhla S. Y. (2021) *Teoriya tsirkulyarnykh ekonomicheskikh sistem: kontseptual'nyy diskurs [Theory of Circular Economic Systems: Conceptual Discourse]*. *Theoretical Economics*, 2(74), pp. 66–72.
45. Babkin A. V., Malevskaia-Malevich E. D. (2021) *Vliyaniye sotsial'no-otvetstvennogo investirovaniya na stoimost' innovatsionno-aktivnykh promyshlennykh predpriyatiy [Impact of Socially Responsible Investment on the Value of Innovatively Active Industrial Enterprises]*. *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*, 14(4), pp. 82–94. DOI: 10.18721/JE.14406.
46. Kvasha N.V., Bondar' E.G. (2021) *Raspredeleonnaya i tsifrovaya energetika kak innovatsionnyye elementy chetvertogo energoperekhoda [Distributed and Digital Energy as Innovative Elements of the Fourth Energy Transition]*. *St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*, 14(6), 67–77. DOI: <https://doi.org/10.18721/JE.14605>.

**A. V. Babkin<sup>10</sup>, E. V. Shkarupeta<sup>11</sup>, T. I. Polshchikov<sup>12</sup>. The concept of effective sustainable ESG development of industrial ecosystems in the closed-loop economy.** The relevance of research is due to the low-level penetration of the closed-loop economy in the world tending to decline: From 9.1% in 2018 to 8.6% in 2020. In order to keep our world liveable and prosperous for current and future generations, global circularity must be doubled to 17%. The industrial ecosystems of the Russian Federation place the great importance on the global sustainability agenda and ESG transformation. However, this fact does not yet allow to overcome the main problems on the way of development of industrial ecosystems in the closed-loop economy of the RF - the galloping growth of production and consumption waste, as well as the trend of anti-decoupling, characteristic of the linear, highly material-intensive commodity-heavy economic model, one of the most inert and unstable. The aim of the study is to substantiate the theoretical concept of effective sustainable ESG development of industrial ecosystems in the closed-loop economy. The dialectical approach is fundamental in the research process, in addition to which we used the systemic, complex, interdisciplinary, cross-sectoral, project, value, holistic approaches and the whole complex of methods (comparative analysis, semantic analysis, historical method, method of differentiation of taxonomic features, etc.). The analysis of the narrative of closed-loop economy development on the basis of the historical method and the comparative analysis of the closed-loop economy concepts made it possible to present the closed-loop economy as an umbrella term for a multitude of co-evolving concepts. Identification of the semantic core of the existing definitions of closed-loop economy based on broad and narrow specialized approaches has allowed to represent the author's vision of the essence of the closed-loop economy. The identification of the primary causes of the need for a closed-loop economy, principles, approaches, factors, strategies at three levels, circular business models, effects on the stages of the chain of circular value creation based on cross-sectoral and holistic approaches, taxon differentiation method based on taxonomic features allowed to identify the essential features of the closed-loop economy in industry and develop the concept of effective sustainable development of industrial ecosystems in the closed-loop economy. The direction of further research is to form a methodology of strategic management of effective sustainable ESG development of industrial ecosystems in a closed-loop economy.

*Keywords:* closed-loop economy, industrial ecosystems, concept, ESG, sustainable development.

---

<sup>10</sup> *Aleksander V. Babkin*, professor of Higher Engineering Economical School, Director of Research Laboratory Digital Economy of Industry, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (195251, RF, Saint-Petersburg, 29 Politekhnicheskaya St.), Doctor of Economics, professor, e-mail: al-vas@mail.ru

<sup>11</sup> *Elena V. Shkarupeta*, Senior Research Scientist of Research Laboratory Politekhinvest, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University (195251, RF, Saint-Petersburg, 29 Politekhnicheskaya St.), Doctor of Economics, professor, e-mail: 9056591561@mail.ru

<sup>12</sup> *Tikhon Igorevich Polshchikov*, post-graduate student, Voronezh State Technical University (14 Moskovsky pr., Voronezh, 394000, Russian Federation), e-mail: tpolshikov@yandex.ru