Международный научно-исследовательский журнал
«Прогрессивная экономика»
№ 3 / 2026 https://progressive-economy.ru/vypusk_1/ustanovlenie-vzaimosvyazej-mezhdu-indikatorami-ekonomiki-zamknutogo-czikla-i-czelyami-ustojchivogo-razvitiya/
Научная статья / Original article
Шифр научной специальности ВАК: 5.2.5
УДК 336.76
DOI: 10.54861/27131211_2026_3_197



УСТАНОВЛЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ МЕЖДУ ИНДИКАТОРАМИ ЭКОНОМИКИ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА И ЦЕЛЯМИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Сахвадзе Г.Г., *младший научный сотрудник, аспирант Отдела экономической теории, Национальный исследовательский институт мировой экономики и международных отношений имени Е.М. Примакова Российской академии наук (ИМЭМО РАН), г. Москва, Россия*
117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, 23
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0321-363X
e-mail: gigisakhvadze97@gmail.com

Сахвадзе К.Г., *студент экономического факультета, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия*
119991, Москва, Ленинские горы, дом 1, строение 46
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-7348-1384
e-mail: sakhvadze2005@mail.ru

Аннотация. В работе проанализированы существующие в мировой литературе индикаторы экономики замкнутого цикла (ЭЗЦ) и для дальнейшего анализа подобраны те из них, которые смогут оценить все три компонента устойчивого развития (УР) (экономика, экология, социальная среда) на нано- и микроуровнях и связать их с целями устойчивого развития (ЦУР). Выявлено, что индикаторы экономики замкнутого цикла разработаны для того, чтобы обеспечить плавный переход к концепции устойчивому развитию, но на самом деле большинство из них непосредственно не связаны с принципами устойчивости. Именно поэтому любое решение о внедрении стратегии ЭЗЦ должно быть тщательно обосновано с точки зрения ее потенциальной эффективности применительно к целям устойчивого развития. Кроме того, индикаторы экономики замкнутого цикла должны облегчит лицам, принимающих решения в компаниях, оптимизировать свои бизнес-проекты путем подбора различных комбинации индикаторов, максимально приближающих к целям устойчивого развития. В работе предложен трехэтапный метод анализа выбранных восьми индикаторов экономики замкнутого цикла, максимально связанных с целями устойчивого развития. Полученные результаты устанавливают тесную связь между: индикаторами и стратегиями ЭЗЦ; индикаторами и принципами ЭЗЦ; индикаторами ЭЗЦ и ЦУР; принципами и стратегиями ЭЗЦ и ЦУР.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Ключевые слова: устойчивое развитие, цели устойчивого развития, экономика замкнутого цикла, принципы экономики замкнутого цикла, индикаторы.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Сахвадзе Г.Г., Сахвадзе К.Г. Установление взаимосвязей между индикаторами экономики замкнутого цикла и целями устойчивого развития // Прогрессивная экономика. 2026. № 3. С. 197–215. https://doi.org/10.54861/27131211_2026_3_197.

Статья поступила в редакцию: 16.02.2026 г. Одобрена после рецензирования: 20.03.2026 г. Принята к публикации: 21.03.2026 г.

ESTABLISHING RELATIONSHIPS BETWEEN INDICATORS OF A CIRCULAR ECONOMY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

Sakhvadze G.G., *Junior Researcher, Post-graduate Student of the Department of Economic Theory, Primakov National Research Institute of World Economy and International Relations of the Russian Academy of Sciences (IMEMO RAS), Moscow, Russia*
117997, Moscow, Profsoyuznaya St., 23
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0321-363X
e-mail: gigisakhvadze97@gmail.com

Sakhvadze K.G., *Student of the Faculty of Economics, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*
119991, Moscow, Lenin Hills, Building 1, Building 46
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-7348-1384
e-mail: sakhvadze2005@mail.ru

Abstract. The paper analyzes the indicators of the closed-loop economy (EOC) existing in the world literature and selects for further analysis those that will be able to assess all three components of sustainable development (SD) (economy, ecology, social environment) at the nano and micro levels and link them to the Sustainable Development Goals (SDGs). It has been revealed that the indicators of the closed-loop economy are designed to ensure a smooth transition to the concept of sustainable development, but in fact most of them are not directly related to the principles of sustainability. That is why any decision to implement an EEOC strategy should be carefully justified in terms of its potential effectiveness in relation to sustainable development goals. In addition, indicators of the closed-loop economy should make it easier for decision makers in companies to optimize their business projects by selecting various combinations of indicators that are as close as possible to the goals of sustainable development. The paper proposes a three-stage method for analyzing the selected eight indicators of a closed-loop economy that are maximally related to the goals of sustainable development. The results obtained establish a close relationship between: EZZ indicators and strategies; EZZ indicators and principles; EZZ indicators and SDGs; EZZ principles and strategies and SDGs.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Keywords: sustainable development, sustainable development goals, circular economics, principles of circular economics, indicators.

JEL Classification: Q01, Q56.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

For citation: Sakhvadze G.G., Sakhvadze K.G. (2026). Ustanovlenie vzaimosvyazej mezhdu indikatorami ehkonomiki zamknutogo cikla i celyami ustojchivogo razvitiya [Establishing relationships between indicators of a circular economy and sustainable development goals]. Progressivnaya ekonomika [Progressive Economy], 3, 197–215, https://doi.org/10.54861/27131211_2026_3_197. (In Russ., abstract in Eng.)

The article was submitted to the editorial office: 16/02/2026. Approved after review: 20/03/2026. Accepted for publication: 21/03/2026.

Введение

Актуальность тематики статьи определяется установленным трендом перехода мировой экономики на рельсы устойчивого развития и важностью определения роли экономики замкнутого цикла, как важного инструмента в этой проблематике. Проанализированы существующие в мировой литературе индикаторы экономики замкнутого цикла и для дальнейшего анализа подобраны те из них, которые смогут оценить все три компонента устойчивого развития (экономика, экология, социальная среда) на нано- и микроуровнях и связать их с целями устойчивого развития. Выбранные индикаторы должны облегчить лицам, принимающих решения в компаниях, оптимизацию своих бизнес-проектов путем подбора различных комбинации индикаторов экономики замкнутого цикла, максимально приближающих к достижению целей устойчивого развития. Статья будет интересна профильным научным и учебным организациям, а также менеджерам компаний, занимающихся достижением целей устойчивого посредством улучшения индикаторов экономики замкнутого цикла.

Новизна подхода, представленного в данной работе, заключается в том, что для дальнейшего анализа отбираются только те индикаторы ЭЗЦ, которые помогают достижению как ЦУР, так и внедрению концепции ЭЗЦ одновременно. Менеджеры компаний могут выбрать наиболее желаемый подбор индикаторов для компании (микроуровень) и/или продукта (наноуровень), касающийся реализации стратегии устойчивого развития компании. *Целью* статьи является найти подход, помогающий менеджерам найти компромиссы между индикаторами ЭЗЦ и различными ЦУР. Далее компании могут определить и внедрить наиболее подходящие им индикаторы ЭЗЦ, связанные с ЦУР, которые в наибольшей степени соответствуют их корпоративным целям и бизнес-стратегиям.

Обзор литературы

Концепция экономики замкнутого цикла (ЭЗЦ) приобретает все большее значение как способ смягчения экологических последствий, произведенных в

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

рамках линейной экономики. Внедрение принципов ЭЗЦ все чаще рекомендуются в качестве одних из самых успешных инструментов решения для достижения целей устойчивого развития (ЦУР), принятых ООН в 2015 [1]. Важным проблемам оценки степени устойчивого развития и достижения ЦУР применительно к субъектам Российской Федерации, в частности, разработке методов оценки перспектив ESG-трансформации, посвящен ряд работ [2–5].

Существуют индикаторы, способные измерять различные аспекты ЭЗЦ на разных уровнях. В этом контексте важно правильно понимать, как наилучшим образом использовать каждый индикатор и какие именно аспекты экономики замкнутого цикла он измеряет. Ещё одна сложность заключается в том, что в мировой литературе существует огромный спектр индикаторов ЭЗЦ, и выбор наиболее подходящих из них для оценки степени устойчивого развития (УР) является нетривиальной задачей [6]. Важно отметить существующие пространственные различия устойчивого развития в разных регионах. Например, в работах [7–8] показано, что используемые в контексте оценки международной региональной экономической интеграции индикаторы можно применять также и с целью анализа степени устойчивого развития, к примеру, для отдельно взятого региона (в частности, АСЕАН). В работах [9–10] праведен сравнительный анализ индикаторов устойчивого развития для стран БРИКС.

В процессе анализа отечественной и зарубежной литературы по взаимосвязям между индикаторами ЭЗЦ и ЦУР было обнаружено, что лишь немногие индикаторы ЭЗЦ соответствуют всем компонентам УР (социальным, экономическим и экологическим). Ниже перечислены восемь индикаторов ЭЗЦ, которые отобраны для дальнейшего анализа, при этом учитывая их широкую распространённость, их аббревиатуры сохранены на английском языке в авторской версии. Причем половина выбранных индикаторов соответствуют всем трем компонентам УР, остальные – только 2-м.

1. Индикаторы устойчивого развития (Sustainability Performance Indicators – SPI) [11], которые оценивают текущее состояние экономических, социальных и экологических показателей в контексте устойчивого развития и используются как инструмент для измерения эффективности деятельности организации в сфере устойчивого развития, а также для мониторинга достигнутого прогресса.

2. Индикаторы наилучшей практики при завершении жизненного цикла (End of Life Best Practice Indicators – BPI) [12], которые оценивают эффективность процессов на стадии End of Life (EoL) в жизненном цикле продукта. EoL – это фаза, когда продукт больше не получает поддержки или обновлений от производителя. Индикаторы BPI для EoL разрабатываются на основе анализа данных, полученных в пилотных проектах.

3. Индикаторы устойчивого циркулярного развития (Sustainable Circular Index – SCI) [13], разработанные для оценки степени устойчивого развития и

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

циркулярности компаний, связанных с производством, и их главная цель – помочь менеджерам оценить текущий уровень устойчивости и циркулярности, а также внедрить лучшие практики, которые повышают показатели компаний в этих сферах.

4. Расширенная модель практики нулевых отходов (Expended Zero Waste Practice Model – ZWP) [14]. ZWP – подход, направленный на предотвращение образования отходов путём внедрения безотходных технологии разработки, добычи и производства, а также устойчивого потребления и ответственного покупательского поведения. Цель этого индикатора – создать устойчивые циклы потребления и производства, где любой избыточный материал становится ресурсом.

5. Набор индикаторов для оценки устойчивости (Set of Indicators to Assess Sustainability – SIAS) [15]. SIAS – система индикаторов, которые характеризуют различные аспекты устойчивости, в частности, они тесно связаны с выбранными ЦУР. Их задача – обеспечить комплексную оценку устойчивости, например, для принятия управленческих решений в области устойчивого развития.

6. Набор индикаторов циклической бизнес-модели, основанный на устойчивости (Circular Business Model Set of Indicators based on Sustainability – CBM-IS) [1]. Индикаторы CBM-IS направлены на повторное использование ресурсов и продуктов, чтобы они оставались в экономике как можно дольше.

7. Метод многокритериальной оценки стратегии цикличности на уровне продукта (Multi-Criteria Evaluation Method of Product-Level Circularity Strategies – MCEM-PLCS) [16]. Цель меетода заключается в том, чтобы помочь бизнес-решениям выбрать предпочтительную стратегию, учитывая различные критерии: экологические, экономические, социальные, а также законодательные, технические, в том числе задачи бизнеса.

8. Инструмент принятия многокритериальных решений по восстановлению продукта (Product Recovery Multi-Criteria Decision Tool – PR-MCDT) [17]. Это – инструмент для принятия многокритериальных решений по восстановлению продукта на этапе конца жизненного цикла (EoL). Цель – оценить целесообразность восстановления с помощью интегрального подхода, одновременно учитывая технические, экономические, экологические, бизнес- и социальные аспекты.

Материалы и методы

Методика дальнейшего анализа включает в себя 3 этапа, которые имеют следующие названия: классификация выбранных индикаторов ЭЗЦ по категориям; используемые принципы ЭЗЦ; выбранные для анализа ЦУР. Первый этап анализа состоит в классификации выбранных восьми индикаторов ЭЗЦ. Для облегчения их дальнейшего использования они классифицированы по восьми категориям, приведенных в таблице 1.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Таблица 1

Категории индикаторов, их характеристики и разработчики

Table 1

Categories of indicators, their characteristics and developers

Категория	Характеристика	Разработчик
Источник	Научные круги, промышленность, отраслевые агентства	[18]
Тип	Отдельные количественные индикаторы, аналитические рекомендации, сводные наборы показателей (индикаторы)	[19]
Уровень	Микро, Нано	[6]
Циклы	Биологические, Технические	[24]
Стратегия ЭЗЦ	10 Rs: Refuse, Rethink, Reduce, Reuse, Repair, Refurbish, Remanufacture, Repurpose, Recycle, Recover (отказываться, переосмысливать, сокращать, повторно использовать, ремонтировать, переоборудовать, перепрофилировать, перерабатывать, восстанавливать)	[20]
Наличие бизнес-стратегии	Да, нет	[21]
Методологи-ческий подход	Тот же, что был представлен разработчиками индикаторов	[22]
Наличие нескольких жизненных циклов	Да, нет	[23]

Источник: составлено авторами на основе [6; 18; 19; 20; 21; 22; 23]
Source: compiled by the authors based on [6; 18; 19; 20; 21; 22; 23]

Выбранные категории улучшают понимание сути каждого индикатора и оказывают большую помощь компаниям в выборе наиболее подходящего для них. Категория «Источник» был выбран для того, чтобы показать происхождение индикаторов [18]. Категория «Тип» предназначена для понимания сложности индикатора (одиночный или составной). Категория «Уровень» имеет всего 2 значения: нано и микро, причем для разных уровней требуются разные системы индикаторов [18]. Категория «циклы» также имеет 2 значения: биологический и технический [24]. Категория «Стратегия ЭЗЦ» была выбрана для анализа количества стратегий Rs, используемых каждым индикатором ЭЗЦ, и понимания того, работают ли они при высоком или низком уровне цикличности [20]. Категория «Наличие бизнес-стратегии» помогает узнавать, учитывает ли индикатор имеющейся бизнес-стратегию, поскольку бизнес-стратегия должна охватить и превратить в жизнь все изменения, предложенные индикаторами [21]. Категория «Методологический подход» включен в анализ для удобства лиц, принимающим решения в компаниях, и разъясняет особенности использования метода, предложенного разработчиками. И, наконец категория «Наличие нескольких жизненных циклов» используется для поминания того факта, используют ли компаний

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

концепцию множественности жизненных циклов, поскольку этот фактор – один из приоритетов в концепции ЭЗЦ [23].

Была также проведена классификация выбранных индикаторов на предмет их соответствия категориям ЭЗЦ, и она представлена в таблице 2. Категория «Источник» в таблице не представлен, поскольку все они имеют академическое происхождение.

Из анализа Таблицы 2 видно, что более половины индикаторов используют не только количественные, но и качественные данные, что усложняет их практическое применение и увеличивает вероятность того, что потребуются привлечение квалифицированных специалистов. При анализе проведенной классификации по циклам видим, что технический цикл выделяется тем, что он присутствует во всех индикаторах, и только индикатор ZWP может быть также использован и для биологического цикла. Примечательно, что наличие бизнес-стратегии учитывается только в 50% индикаторов. Что касается используемой методологии, обращает на себя внимание разнообразие используемых методов и то, что существуют всего два многокритериальных метода принятия решений: MCEM-PLCS и PR-MCDT.

В ходе анализа были использованы 3 Принципа ЭЗЦ, разработанные Фондом Эллен Макартур, которые направлены на ускорение перехода от линейной модели производства и потребления к ЭЗЦ. Следует заметить, что эти принципы могут пересекаться и интерпретироваться по-разному, поэтому их взаимосвязь с выбранными индикаторами была не всегда очевидна и требует дополнительного тщательного анализа.

Первый принцип ЭЗЦ гласит, что природный капитал сохраняется и приумножается в случае, если выбранный индикатор прогнозирует замену используемых источников энергии возобновляемыми, минимизирует количество используемого первичного материала, меняет тип материала или дизайн продукта с целью их экономии.

Второй принцип ЭЗЦ обязывает сохранение продуктов и материалов в рабочем состоянии. При этом предполагается, что используемые компаниями ресурсы оптимизируются с использованием стратегий цикличности, таких как, например, 5Rs и выше.

Третий принцип ЭЗЦ использует индикаторы, которые анализируют количество образующихся отходов и эффективность используемых стратегий ЭЗЦ. Они должны быть нацелены на нулевое количество отходов, и/или – на минимизацию выбросов парниковых газов (ПГ) в процессе производства. Для того, чтобы индикатор был признан соответствующим третьему принципу, необходимо, чтобы он отвечал хотя бы одному из упомянутых требований.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Таблица 2

Классификация индикаторов ЭЗЦ и их соответствие категориям ЭЗЦ

Table 2

Classification of CE indicators and their correspondence to CE categories

Категория/ Индикатор	Тип	Уровень	Цикл	Стратегия ЭЗЦ	Бизнес-стратегия	Методологический подход	Несколько жизненных циклов
BPI	Одиночный количественный индикатор	Нано	Технический	Recycle (переработка отходов)	Нет	Интервью с экспертами, нормализация весовых коэффициентов	Нет
SPI	Одиночный количественный индикатор	Нано	Технический	Reuse and Recycle (повторное использование и переработка отходов)	Нет	Вычисляется из линейных показателей	Нет
SCI	Одиночный количественный индикатор	Микро	Технический	Reuse, Repair, Recycle (повторное использование, ремонт, переработка)	Нет	Метод простого аддитивного взвешивания (Simple Additive Weighting –SAW)	Нет
ZWP	Аналитический индикатор, составленный по рекомендациям экспертов	Микро	Технический / Биологический	Reduce, Reuse, Recycle, Recovery (сокращение, повторное использование, рециркуляция, восстановление)	Да	Принятие решений методом теории серых систем (gray decision making – GDM)	Нет
SIAS	Аналитический индикатор, составленный по рекомендациям экспертов	Микро	Технический	Remanufacture (восстановление производства)	Нет	Метод группового принятия решений	Нет
CBM-IS	Аналитический индикатор, составленный по	Нано и микро	Технический	Reduce, Reuse, Renewability, Refurbish, Remanufacture, Recycle (сокращение, повторное использование,	Да	Эмпирические тесты и обзор литературы	Нет

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

	рекомендациям экспертов			возобновляемость, модернизация, восстановление производства, вторичная переработка)			
PR-MCDT	Аналитический индикатор, составленный по рекомендациям экспертов	Нано	Технический	Repair, Recondition, Refurbish, Remanufacture, Cannibalize, Recycle (ремонт, перепланировка, переоснащение, повторное изготовление, утилизация, вторичная переработка)	Да	Методы оптимизации, методы многокритериального принятия решений (Multicriteria Decision – MCDM) и эмпирические методы	Нет
MCEM-PLCS	Набор из составных показателей	Нано	Технический	Reuse, Repair, Recondition, Refurbish, Remanufacture, Repurpose, Cannibalize, Recycle (повторное использование, ремонт, реконфигурация, переоснащение, повторное изготовление по назначению, утилизация, вторичная переработка)	Да	Методика принятия решений на основе нескольких критериев (Simple Multi-attribute Rating Technique – SMART)	Нет

Источник: составлено авторами на основе [12; 13; 16; 23]
Source: compiled by the authors based on [12; 13; 16; 23]

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Для дальнейшего анализа рассматриваются следующие ЦУР: ЦУР 6, ЦУР 7, ЦУР 8, ЦУР 12 и ЦУР 15. Согласно выводам работы [24], концепция ЭЗЦ вносит непосредственный вклад именно в этих ЦУР, и между принципами ЭЗЦ и выбранными ЦУР существует тесная взаимосвязь. Более того, они относятся к нано- и микроуровням, представляющим для нас наибольший интерес. Кратко охарактеризуем их.

– ЦУР 6 (чистая вода и санитария). Сокращение или эффективность водопользования, количество воды, получаемой при очистке. Создание приемлемых гигиенических условий для сотрудников.

– ЦУР 7 (источники недорогой и чистой энергии). Эффективность или удешевление использования энергии, переход на возобновляемые источники энергии, минимизация (желательно – исключение) ископаемого топлива. Повышение эффективности используемого оборудования.

– ЦУР 8 (достойная работа и экономический рост). Повышение эффективности производства, многократное повышение ассигновании на НИОКР, внедрение инновации, разработка эффективной стратегий развития, создание новых рабочих мест.

– ЦУР 12 (ответственное потребление и производство). Оптимизация использования энергии и ресурсов, внедрение стратегии по защите окружающей среды, минимизация потребления и образования отходов, выбросов газов.

– ЦУР 15 (сохранение экосистем суши). Оптимизация водопользования. Сокращение использования сырья, ресурсов, получаемых в результате вырубки лесов.

Результаты и обсуждение

Количество стратегии ЭЗЦ, охватываемые выбранными индикаторами, различаются, и для наглядности они приведены на рис. 1. Можно видеть, что не все из 10Rs стратегии отражены в индикаторах, что подразумевает возобновляемость, восстановление и утилизацию. Под возобновляемостью понимается использование возобновляемых источников энергии и материалов. Под восстановлением понимается удовлетворительный уровень качества продукта после ремонта, который должен быть почти как новый. Под утилизацией – извлечение ценных детали из возвращенных изделий, их перепрофилирование и реинжиниринг [25].

Как видим, из 10-ти различных стратегий ЭЗЦ больше всех стратегий охватывает индикатор MCEM-PLCS – шесть стратегий ЭЗЦ, индикатор CBM-IS учитывает пять стратегий, а индикаторы PR-MCDT и ZWP – по четыре каждый. SCI довольствуется тремя стратегиями, SPI и BPI – двумя, а SIAS – учетом только одной стратегией.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

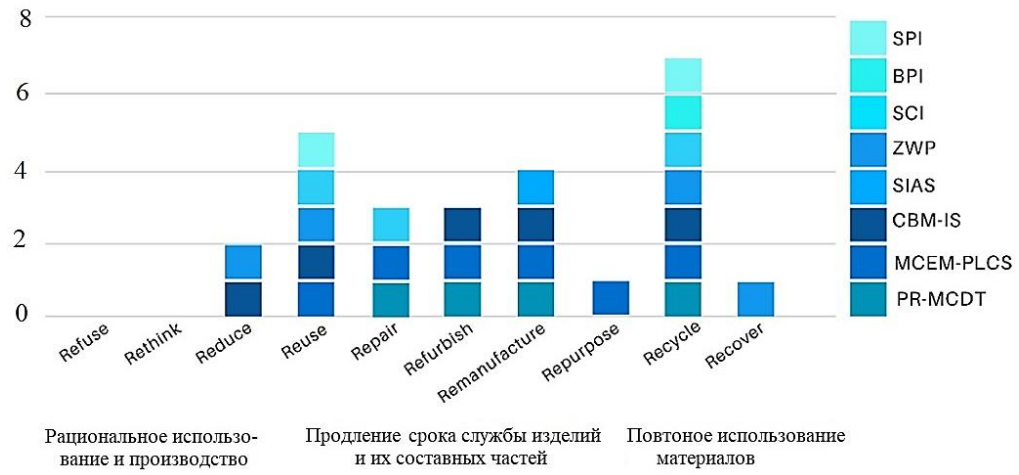


Рис. 1. Индикаторы ЭЗЦ и охватываемые ими стратегии ЭЗЦ

Источник: составлено авторами на основе [16; 17; 24]

Fig. 1. CE indicators and the CE strategies they cover

Source: compiled by the authors based on [16; 17; 24]

Взаимосвязи между индикаторами и тремя принципами ЭЗЦ удобно представить на диаграмме Венна (рисунок 2).

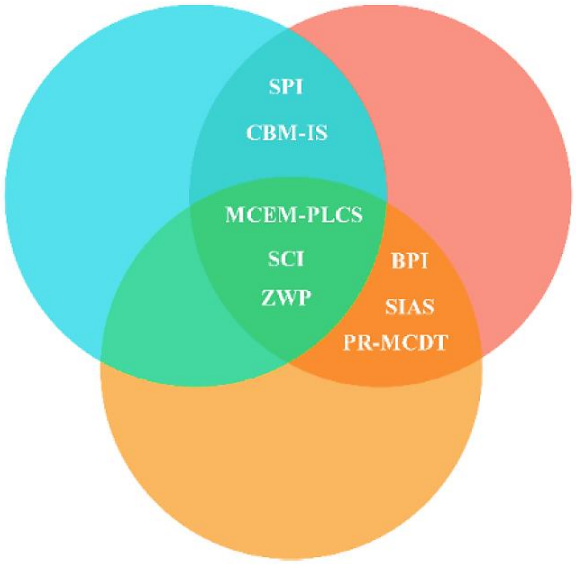


Рис. 2. Индикаторы, соответствующие 3-м принципам ЭЗЦ

1) синий круг – 1-й принцип – по сохранению и приумножению природного капитала; 2) красный круг – 2-й принцип – по поддержке циркулирующих продуктов, их компонентов и материалов в рабочем состоянии; 3) оранжевый круг – по минимизации отходов и повышению эффективности стратегий ЭЗЦ

Источник: составлено авторами на основе [11; 18; 24]

Fig. 2. Indicators corresponding to the 3rd principles of the CE

1) blue circle – 1st principle – for the preservation and increase of natural capital; 2) red circle – 2nd principle – for the maintenance of circulating products, their components and materials in working order; 3) orange circle – for minimizing waste and increasing efficiency CE strategies

Source: compiled by the authors based on [11; 18; 24]

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Из анализа рисунка 2 следует, что 62.5% выбранных индикаторов соответствуют первому принципу ЭЗЦ, 100% – второму принципу ЭЗЦ и 75% – третьему. Как видим, все выбранные индикаторы соответствуют только второму принципу ЭЗЦ, поскольку у них есть стратегии, которые обеспечивают циркуляцию продуктов, компонентов и/или материалов. Такой 100 процентный результат, скорее всего, связан с тем, что данный уровень ЭЗЦ ориентирован и на продукт, и на компанию.

Как видим, только 37.5% индикаторов соответствуют всем трем принципам ЭЗЦ, которые представляют для нас наибольший интерес: SCI, ZWP и MCEM-PLCS. При этом SCI измеряет использование первичных материалов, долговечность изделия и эффективность переработки. Индикатор ZWP обязывает компаниям стремиться к нулевому уровню отходов, он также анализирует внешние воздействия, такие как образование отходов и выбросы парниковых газов (ПГ) – в соответствии с третьим принципом ЭЗЦ. Кроме того, он учитывает и первый принцип – измерение расхода материалов и их замену возобновляемыми ресурсами. При расчете индикатора MCEM-PLCS применяются различные методологии, которые рассматривают экологические аспекты производственных систем в течение всего жизненного цикла – от приобретения сырья до окончательной утилизации.

В таблице 3 показаны интересующие нас взаимосвязи между индикаторами ЭЗЦ и тремя компонентами ЦУР (экономика, социология, экология).

Таблица 3

Взаимосвязи между индикаторами ЭЗЦ и ЦУР

Table 3

The relationship between the CE and SDG indicators

ЦУР	Компоненты УР/индикаторы	SPI	BPI	SCI	ZWP	SI AS	CBM-IS	MCEM-PLCS	PR-MCDT
6	Экологическая			X	X				
7	Социальная		X	X	X	X	X	X	X
8	Экономическая		X	X	X		X	X	X
12	Экономическая	X	X	X	X	X	X	X	X
15	Экологическая	X		X	X		X	X	

Источник: составлено авторами на основе [11; 18]
Source: compiled by the authors based on [11; 18]

Все рассмотренные индикаторы обеспечивают достижение только ЦУР 12, поскольку они имеют, по крайней мере, несколько стратегий по сокращению образования отходов. Достижению ЦУР 7 способствуют 87.5% индикаторов, ЦУР 8 – 62.5%. Как видим, в достижение ЦУР 8 индикаторы SPI и SIAS не принимают участие, поскольку они не учитывают такие важные вопросы, как инновации, НИОКР, эффективность и создание новых рабочих

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

мест. В ЦУР 15 учитываются лишь те индикаторы, которые измеряют сокращение использования сырья, оптимизацию водопользования и ресурсов. Интересно, что в достижении ЦУР 6 участвуют только два индикатора: SCI и ZWP (по 25%). В целом, половина выбранных индикаторов соответствуют всем трем компонентам УР. Три индикатора касаются экономических и социальных аспектов, и только индикатор SPI затрагивает экономические и экологические аспекты одновременно.

Установленные связи между принципами и стратегиями ЭЗЦ, с одной стороны, и ЦУР, с другой стороны, представлены на рисунке 3.

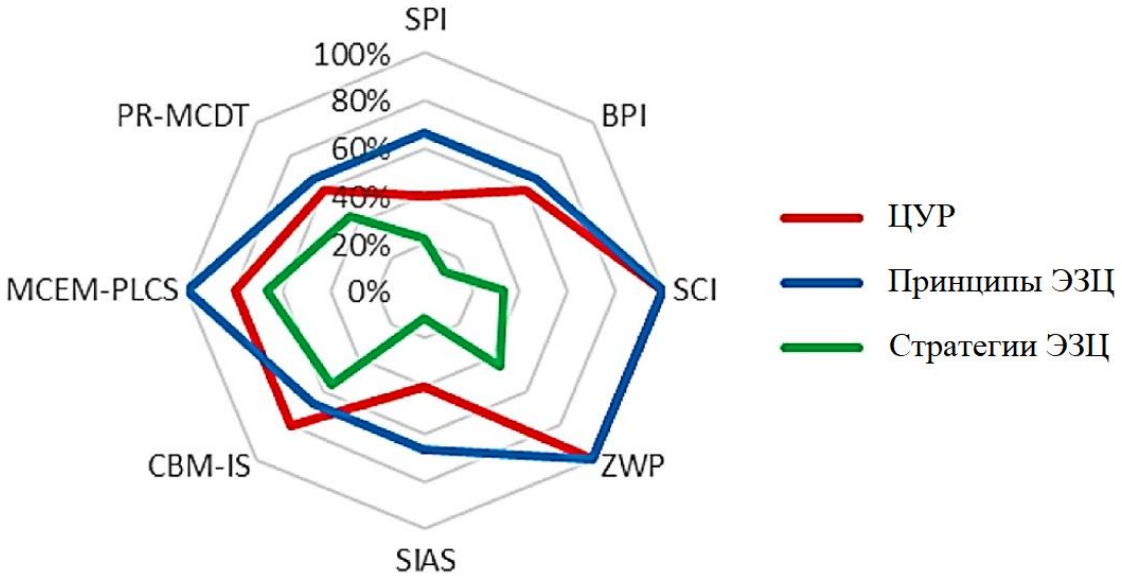


Рис. 3. Связи между принципами и стратегиями ЭЗЦ и ЦУР

Источник: составлено авторами на основе [11; 21; 23]

Fig. 3. Links between the principles and strategies of the CE and the SDGs

Source: compiled by the authors based on [11; 21; 23]

Показано, что индикаторы SCI и ZWP, которые отвечают всем ЦУР, также соответствуют всем трем принципам ЭЗЦ. Этот результат показывает прочную взаимосвязь между принципами ЭЗЦ и УР, поскольку оба они направлены на сохранение природных ресурсов, воды и энергии, чтобы не подвергать риску нынешнее и/или будущие поколения. При этом видим, что индикатор SCI охватывает только три стратегии ЭЗЦ, в то время как ZWP – четыре. Кроме того, следует также отметить важность индикаторов CBM-IS и MCEM-PLCS, хотя CBM-IS не охватывает третий принцип ЭЗЦ. Отметим, что комплексный индикатор MCEM-PLCS объединяет большинство стратегий в области устойчивого развития и фокусируется на всех трех принципах. Следует также отметить, что индикаторы CBM-IS и MCEM-PLCS оценивают также и водные ресурсы (ЦУР 6), правда, косвенным образом.

Заключение

В работе предлагается новый подход, способствующий достижению компаниями конкретных ЦУР путем подбора различных комбинации

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

индикаторов ЭЗЦ. Проведена их классификация по разным критериям с целью облегчения подбора индикаторов ЭЗЦ, максимально связанных с ЦУР. Был проведен анализ существующих индикаторов и подобраны те из них, которые связаны с принципами ЭЗЦ и ЦУР одновременно. Разработаны рекомендации для лиц, принимающих решения в компаниях (менеджеров) по оптимизации своих бизнес-проектов путем подбора и выполнения различных комбинации индикаторов ЭЗЦ, которые помогут достижению ЦУР. Эти рекомендации включают в себя учет нескольких нижеприведенных установленных фактов. Показано, что только индикаторы SCI и ZWP соответствуют всем выбранным 5 ЦУР и всем трем принципам ЭЗЦ. Однако, установлено, что из них только индикатор ZWP имеет самый большой потенциал для сближения стратегий ЭЗЦ и ЦУР друг с другом.

Кроме того, в результате проведенного анализа установлены следующие факты: отсутствует связь 6-ти выбранных индикаторов ЭЗЦ с ЦУР 6 (SPI, BPI, SIAS, CBM-IS, MCEM-PLCS и PR-MCDT) и 3-х индикаторов с ЦУР 15 (BPI, SIAS и PR-MCDT); только три индикатора охватывают все три принципа ЭЗЦ (MCEM-PLCS, SCI и ZWP); первый принцип ЭЗЦ (сохранение и приумножение природного капитала) остается наименее охваченным в рамках выбранных индикаторов; ни один из выбранных индикаторов ЭЗЦ не учитывает две стратегии ЭЗЦ: отказ (Refuse) и переосмысление (Rethink); только один индикатор ЭЗЦ фокусируется на перепрофилировании (SIAS).

Установлено, что внедрение компаниями 2-х неиспользованных стратегий ЭЗЦ «Отказ от использования» (Refuse) и «Переосмысление» (Rethink) требует значительных изменений, в том числе и в дизайне, и менеджеры ставят под сомнение экономическую целесообразность следовать концепции ЭЗЦ в этой части. Кроме того, внедрение стратегии «Перепрофилирование» (Repurpose) происходит в небольших масштабах, и его трудно отследить. Основное внимание компании пока уделяют продлению первого жизненного цикла изделия, в особенности по части переработки отходов.

Литература

1. Rossi E., Bertassini A.C., Ferreira C. et al. Circular economy indicators for organizations considering sustainability and business models: plastic, textile and electro-electronic cases // Journal of Cleaner Production. 2020. Vol. 247. P. 119137. https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2019.119137.

2. Бобылев С.Н. Экономика устойчивого развития: учебник. Москва: КНОРУС. 2021. 672 с.

3. Константиниди Х.А., Яковлева Е.Ю., Бобылев С.Н., Соловьева С.В. Оценка устойчивости развития и перспектив ESG-трансформации субъектов российской федерации // Экономика устойчивого развития. 2023. № 1 (53). С. 176–80. https://doi.org/10.37124/20799136_2023_1_53_176.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

4. Ракинцев Д.С. Влияние углеродного регулирования и ESG-повестки на экономику России // ЭКО. 2025. № 1(600). С. 8–22. https://doi.org/10.30680/ECO0131-7652-2025-1-8-22.

5. Nasonov A., Tsvetkov I., Nikonorov S., Krivichev A. Calculation of sustainability indicators for water objects based on the example of water use in the arctic basin of the Yenisei River // Sustainability. 2023. Vol. 15 (3). P. 2705. https://doi.org/10.3390/su15032705.

6. Saidani M., Yannou B., Leroy Y., Cluzel F. How to assess product performance in the circular economy? Proposed requirements for the design of a circularity measurement framework // Recycling. 2017. Vol. 2 (1). P. 6. https://doi.org/10.3390/RECYCLING2010006.

7. Сахвадзе Г.Г. Новая функция международной региональной экономической интеграции: модератор к устойчивому развитию регионов // Экономические отношения. 2025. № 15(2). С. 269–288. https://doi.org/10.18334/eo.15.2.122815.

8. Сахвадзе Г.Г. Переход стран АСЕАН к экономике замкнутого цикла – средство минимизации ущерба от климатических вызовов // Азия и Африка сегодня. 2025. № 7. С. 28–36. https://doi.org/10.31857/S0321507525070055.

9. Бобылев С.Н., Тикунов В.С., Соловьева С.В. Сравнительный анализ индикаторов устойчивого развития стран БРИКС // Вестник Московского университета. Серия. 5. География. 2026. Т. 81. № 1. С. 27–38. https://doi.org/10.55959/MSU0579-9414.5.81.1.3

10. Бобылев С.Н., Ракинцев Д.С., Соловьева С.В., Кошкина Н.Р., Барабошкина А.В. Институциональные Цели устойчивого развития для стран БРИКС // Вестник международных организаций. 2025. Т. 20. № 4. С. https://doi.org/10.17323/1996-7845-2025-04-01.

11. Mesa J., Esparragoza I., Maury H. Developing a set of sustainability indicators for product families based on the circular economy model // Journal of Cleaner Production. 2018. Vol. 196. P. 1429–1442. https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.06.131.

12. Jimenez-Rivero A., Garcia-Navarro J. Indicators to measure the management performance of end-of-life gypsum: from deconstruction to production of recycled gypsum // Waste Biomass Valorization. 2016. Vol. 7. P. 913–927. https://doi.org/10.1007/s12649-016-9561-x.

13. Azevedo S.G., Godina R., Carlos J., Matias O. Proposal of a sustainable circular index for manufacturing companies // Resources. 2017. Vol. 6(4). P. 63. https://doi.org/10.3390/resources6040063

14. Veleva V., Bodkin G., Todorova S. The need for better measurement and employee engagement to advance a circular economy: lessons from Biogen's "zero waste" journey // Journal of Cleaner Production. 2017. Vol. 154. P. 517–529. https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2017.03.177.

15. Golinska P., Kosacka M., Mierzwiak R., Wemer-Lewandowska K. Grey Decision Making as a tool for the classification of the sustainability level of

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

remanufacturing companies // Journal of Cleaner Production. 2015. Vol. 105. P. 28–40. https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2014.11.040.

16. Alamerew Y.A., Kambanou M.L., Sakao T., Brissaud D. A multi-criteria evaluation method of product-level circularity strategies // Sustainability. 2020. Vol. 12(12). P. 5129. https://doi.org/10.3390/su12125129.

17. Alamerew Y.A., Brissaud D. Circular economy assessment tool for End-of-Life product recovery strategies // Journal of Remanufacturing. 2019. Vol. 9. P. 169–185. https://doi.org/10.1007/s13243-018-0064-8.

18. Saidani M., Yannou B., Leroy Y. et al. A taxonomy of circular economy indicators // Journal of Cleaner Production. 2019. Vol. 207. P. 542–559. https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.10.014.

19. Kristensen H.S., Mosgaard M.A. A review of micro level indicators for a circular economy - moving away from the three dimensions of sustainability? // Journal of Cleaner Production. 2020. Vol. 243. P. 18531. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118531.

20. Priyadarshini P., Abhilash P.C. Circular economy practices within energy and waste management sectors of India: a meta-analysis // Bioresource Technology. 2020. Vol. 304. P. 123018. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123018.

21. Franco N.G., Ludovico F., Calili R. A strategic measurement framework to monitor and evaluate circularity performance in organizations from transition perspective // Sustainable Production and Consumption. 2021. Vol. 27(4). P. 1165–1182. https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.02.017.

22. Fatimah Y.A., Govindan K., Murniningsih R., Setiawan A. Industry 4.0 based sustainable circular economy approach for smart waste management system to achieve sustainable development goals: a case study of Indonesia // Journal of Cleaner Production. 2020. Vol. 269. P. 122263. https://doi.org/10.1016/jjclepro.2020.122263.

23. Asif F.M., Roci M., Lieder M. et al. A methodological approach to design products for multiple lifecycles in the context of circular manufacturing systems // Journal of Cleaner Production. 2021. Vol. 1296. Pp. 126534. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126534.

24. Panchal R., Singh A., Diwan H. Does circular economy performance lead to sustainable development? - A systematic literature review // Journal of Environmental Management. 2021. Vol. 293. P. 112811. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112811.

25. Schroeder P., Anggraeni K., Weber U. The relevance of circular economy practices to the sustainable development goals // Journal of industrial ecology. 2019. Vol. 2. P. 77–95. https://doi.org/10.1111/jiec.12732.

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

References

1. Rossi, E., Bertassini, A.C., Ferreira, C. et al. (2020). Circular economy indicators for organizations considering sustainability and business models: plastic, textile and electro-electronic cases. Journal of Cleaner Production, 247, 119137. https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2019.119137. (In Eng.)

2. Bobylev, S.N. (2021). Ekonomika ustoichivogo razvitiya [Economics of sustainable development]. Moscow: KnoRus, 672. (In Russ.)

3. Konstantinidi, Kh.A., Yakovleva, E.Yu., Bobylev, S.N., Solov'eva, S.V. (2023). Otsenka ustoichivosti razvitiya i perspektiv ESG-transformatsii sub"ektov Rossiiskoi Federatsii [Assessment of sustainable development and ESG transformation prospects of Russian regions]. Ekonomika ustoichivogo razvitiya [Economics of Sustainable Development], 1(53), 176–180. https://doi.org/10.37124/20799136_2023_1_53_176. (In Russ., abstract in Eng.)

4. Rakintsev, D.S. (2025). Vliyanie uglerodnogo regulirovaniya i ESG-povestki na ekonomiku Rossii [Impact of carbon regulation and ESG agenda on the Russian economy]. EKO, 1(600), 8–22. https://doi.org/10.30680/ECO0131-7652-2025-1-8-22. (In Russ., abstract in Eng.)

5. Nasonov, A., Tsvetkov, I., Nikonorov, S., Krivichev, A. (2023). Calculation of sustainability indicators for water objects based on the example of water use in the Arctic basin of the Yenisei River. Sustainability, 15(3), 2705. https://doi.org/10.3390/su15032705. (In Eng.)

6. Saidani, M., Yannou, B., Leroy, Y., Cluzel, F. (2017). How to assess product performance in the circular economy? Recycling, 2(1), 6. https://doi.org/10.3390/RECYCLING2010006. (In Eng.)

7. Sakhvadze, G.G. (2025). Novaya funktsiya mezhdunarodnoi regional'noi ekonomicheskoi integratsii: moderator k ustoichivomu razvitiyu regionov [A new function of international regional economic integration: a moderator for sustainable development]. Ekonomicheskie otnosheniya [Economic Relations], 15(2), 269–288. https://doi.org/10.18334/eo.15.2.122815. (In Russ., abstract in Eng.)

8. Sakhvadze, G.G. (2025). Perekhod stran ASEAN k ekonomike zamknutogo tsikla – sredstvo minimizatsii ushcherba ot klimaticheskikh vyzovov [Transition of ASEAN countries to a circular economy as a tool to mitigate climate risks]. Aziya i Afrika segodnya [Asia and Africa Today], 7, 28–36. https://doi.org/10.31857/S0321507525070055. (In Russ., abstract in Eng.)

9. Bobylev, S.N., Tikunov, V.S., Solov'eva, S.V. (2026). Sravnitel'nyi analiz indikatorov ustoichivogo razvitiya stran BRIKS [Comparative analysis of sustainable development indicators of BRICS countries]. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya [Bulletin of Moscow University. Series 5. Geography], 81(1), 27–38. https://doi.org/10.55959/MSU0579-9414.5.81.1.3. (In Russ., abstract in Eng.)

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

10. Bobylev, S.N., Rakintsev, D.S., Solov'eva, S.V., Koshkina, N.R., Baraboshkina, A.V. (2025). Institutsional'nye Tseli ustoichivogo razvitiya dlya stran BRIKS [Institutional sustainable development goals for BRICS countries]. Vestnik mezhdunarodnykh organizatsii [International Organisations Research Journal], 20(4). https://doi.org/10.17323/1996-7845-2025-04-01. (In Russ., abstract in Eng.)

11. Mesa, J., Esparragoza, I., Maury, H. (2018). Developing a set of sustainability indicators for product families based on the circular economy model. Journal of Cleaner Production, 196, 1429–1442. https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.06.131. (In Eng.)

12. Jimenez-Rivero, A., Garcia-Navarro, J. (2016). Indicators to measure the management performance of end-of-life gypsum. Waste Biomass Valorization, 7, 913–927. https://doi.org/10.1007/s12649-016-9561-x. (In Eng.)

13. Azevedo, S.G., Godina, R., Matias, J.C.O. (2017). Proposal of a sustainable circular index for manufacturing companies. Resources, 6(4), 63. https://doi.org/10.3390/resources6040063. (In Eng.)

14. Veleva, V., Bodkin, G., Todorova, S. (2017). The need for better measurement and employee engagement to advance a circular economy. Journal of Cleaner Production, 154, 517–529. https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2017.03.177. (In Eng.)

15. Golinska, P., Kosacka, M., Mierzwiak, R., Wemer-Lewandowska, K. (2015). Grey Decision Making as a tool for classification of sustainability level. Journal of Cleaner Production, 105, 28–40. https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2014.11.040. (In Eng.)

16. Alamerew, Y.A., Kambanou, M.L., Sakao, T., Brissaud, D. (2020). A multi-criteria evaluation method of product-level circularity strategies. Sustainability, 12(12), 5129. https://doi.org/10.3390/su12125129. (In Eng.)

17. Alamerew, Y.A., Brissaud, D. (2019). Circular economy assessment tool for End-of-Life product recovery strategies. Journal of Remanufacturing, 9, 169–185. https://doi.org/10.1007/s13243-018-0064-8. (In Eng.)

18. Saidani, M., Yannou, B., Leroy, Y. et al. (2019). A taxonomy of circular economy indicators. Journal of Cleaner Production, 207, 542–559. https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.10.014. (In Eng.)

19. Kristensen, H.S., Mosgaard, M.A. (2020). A review of micro level indicators for a circular economy. Journal of Cleaner Production, 243, 118531. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118531. (In Eng.)

20. Priyadarshini, P., Abhilash, P.C. (2020). Circular economy practices within energy and waste management sectors of India. Bioresource Technology, 304, 123018. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.123018. (In Eng.)

21. Franco, N.G., Ludovico, F., Calili, R. (2021). A strategic measurement framework to monitor and evaluate circularity performance. Sustainable Production and Consumption, 27, 1165–1182. https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.02.017. (In Eng.)

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

22. Fatimah, Y.A., Govindan, K., Murniningsih, R., Setiawan, A. (2020). Industry 4.0 based sustainable circular economy approach for smart waste management system. Journal of Cleaner Production, 269, 122263. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122263. (In Eng.)

23. Asif, F.M., Roci, M., Lieder, M. et al. (2021). A methodological approach to design products for multiple lifecycles. Journal of Cleaner Production, 1296, 126534. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126534. (In Eng.)

24. Panchal, R., Singh, A., Diwan, H. (2021). Does circular economy performance lead to sustainable development? Journal of Environmental Management, 293, 112811. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112811. (In Eng.)

25. Schroeder, P., Anggraeni, K., Weber, U. (2019). The relevance of circular economy practices to the sustainable development goals. Journal of Industrial Ecology, 2, 77–95. https://doi.org/10.1111/jiec.12732. (In Eng.)

© Сахвадзе Г.Г., Сахвадзе К.Г., 2026

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.