

УДК 338

ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ИЗМЕРЕНИЮ ЭКОНОМИКИ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА: ТЕОРИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ И РЕГИОНАЛЬНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

А.С. Брылева, К.А. Новиков

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь,
email: sandram2010@yandex.ru, Kir-137@yandex.ru

Аннотация. В статье предложен адаптированный интегральный показатель для оценки уровня развития экономики замкнутого цикла на национальном и региональном уровнях на основе соотношения валовой добавленной стоимости (ВДС) и промежуточного потребления (ПП). Авторы модифицируют европейский подход, заменяя валовой внутренний продукт (ВВП) на ВДС для отраслевой детализации, а потребление материалов — на промежуточное потребление. Предложенный показатель демонстрирует высокую корреляцию ($-0,75$) с европейским аналогом, что подтверждает его достоверность. Для региональной адаптации субъекты Российской Федерации классифицированы по отраслевой структуре ВДС, введены поправочные коэффициенты для расчета ПП. Результаты выявили значительные различия между группами, что отражает их отраслевую специализацию. Авторы предлагают инструмент для разработки стратегий в области экономики замкнутого цикла с учетом территориальных особенностей и отраслевой направленности.

Ключевые слова: экономика замкнутого цикла, циркулярная экономика, интегральный показатель, ВДС, промежуточное потребление, региональная экономика, региональная оценка.

AN INTEGRATED APPROACH TO MEASURING THE CIRCULAR ECONOMY: THEORY, METHODOLOGY, AND REGIONAL APPLICATION

A.S. Bryleva, K.A. Novikov

Perm National Research Polytechnic University, Perm, email: sandram2010@yandex.ru, Kir-137@yandex.ru

Abstract. This article develops an adapted composite indicator to assess circular economy (CE) development at national and regional levels, utilizing the ratio between gross value added (GVA) and intermediate consumption (IC). The authors modify the European methodology by substituting GDP with GVA for enhanced sectoral disaggregation and replacing material consumption with IC. The proposed indicator demonstrates strong correlation (-0.75) with its European counterpart, validating its reliability. For regional application, Russian federal subjects were categorized according to their GVA sectoral structure, with adjustment coefficients incorporated into IC calculations. The analysis reveals substantial disparities across regional groupings, mirroring their distinct industrial specializations. These findings provide policymakers with a robust analytical tool for formulating CE strategies that account for both territorial specificities and sectoral characteristics. The modified indicator effectively addresses limitations in Russian statistical reporting while maintaining international comparability standards, particularly improving measurement accuracy in complex sectors like construction through its IC component.

Keywords: circular economy, closed-loop economy, composite indicator, GVA (Gross Value Added), intermediate consumption, regional economy, regional assessment.

Дата поступления статьи в редакцию: 22.07.2025

Дата принятия статьи в печать: 28.08.2025

Введение

Принципы экономики замкнутого цикла получают всеобщее распространение на глобальном уровне, однако наблюдаются существенные расхождения в методологических подходах к их внедрению и оценки результатов в государствах, что затрудняет сравнительный анализ. Европейский союз (ЕС), являющийся безусловным лидером в методологической унификации, в 2015 году утвердил основополагающий документ — План мер по переходу к экономике замкнутого цикла, разработав единую систему оценки, которая была принята многими государствами-членами. Данный стратегический документ не только стандартизировал ключевые показатели, но и заложил институциональные основы для координации усилий на европейском уровне [1].

В странах ЕС, ключевым интегральным показателем уровня развития экономики замкнутого цикла является «Продуктивность ресурсов». Данный показатель определяется отношением показателя валового

внутреннего продукта (ВВП) к показателю внутреннего потребления материалов. Производительность ресурсов количественно определяет взаимосвязь между экономической активностью, измеряемой ВВП, и потреблением материальных ресурсов, измеряемым внутренним потреблением материальных ресурсов, которое является показателем, полученным на основе счетов материальных потоков в масштабах экономики. В смысловом выражении данный показатель характеризует на сколько качественно используются первичные материалы в производстве [2]. В своей работе Гомонов К.Г. сопоставляет данный показатель с более специальными характеристиками уровня развития экономики замкнутого цикла, такими как: скорость переработки бытовых отходов, коэффициент переработки отходов упаковки, переработка биоотходов, выбросы парниковых газов на душу населения, демонстрируя их совокупное воздействие на показатель продуктивности ресурсов, что подтверждает право использования его в качестве интегрального показателя для оценки уровня развития экономики замкнутого цикла [3]. Объективность данного показателя обеспечивается системой статистического учёта, применяемой странами ЕС. К сожалению, в настоящее время данный показатель не может быть использован в РФ, так как отсутствуют статистические данные по показателю внутреннего потребления материалов, как на территории РФ, так и в разрезе отраслей.

Цели исследования

Исследование направлено на разработку адаптированного интегрального показателя для оценки уровня развития экономики замкнутого цикла в РФ с учётом ограничений отечественной статистической базы и с заменой компонентов европейского подхода.

Материал и методы исследования

Статистические данные о внутреннем потреблении материалов в РФ доступны в базе данных Международной группы по ресурсам, учрежденной Программой Организации Объединенных Наций (ООН) по окружающей среде в 2007 году для накопления и обмена знаниями в области устойчивого ресурсопользования на глобальном уровне [4]. Благодаря имеющимся данным было найдено значение интегрального показателя «Продуктивность ресурсов» за период с 2005 – 2021 гг. Для обеспечения сопоставимости данных показатель ВВП был представлен в постоянных ценах 2016 года (рис. 1).

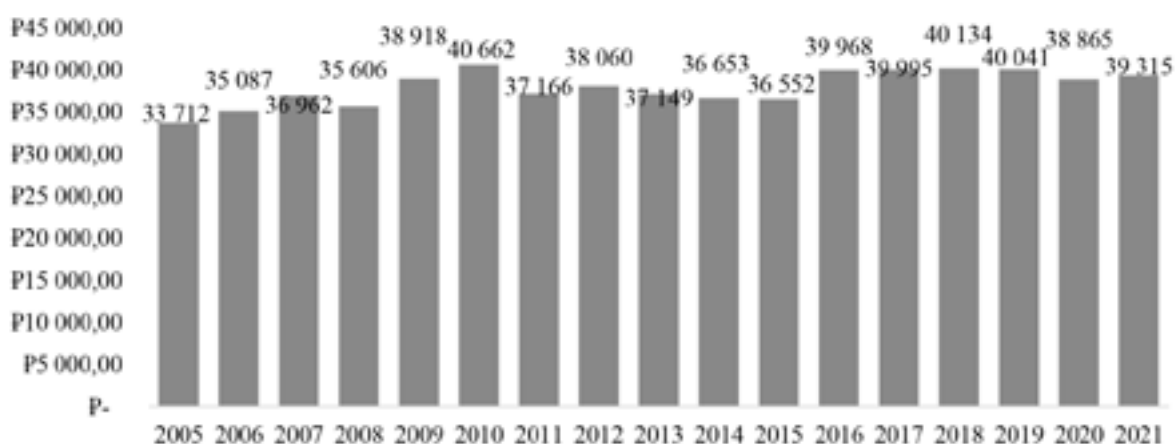


Рис. 1. Произведенный ВВП на тонну потребляемых материалов в постоянных ценах 2016 года

В рамках данного исследования был сформирован перечень ключевых требований к интегральному показателю уровня развития экономики замкнутого цикла:

- Объективность;
- Сопоставимость – возможность сравнения в различные временные (отчетные) периоды;
- Декомпозируемость – возможность расчета показателя как по регионам, так и по отраслям.

Для расчёта интегрального показателя уровня развития экономики замкнутого цикла на территории РФ требуется определение статистических показателей, доступных в официальных сборниках Федеральной службы государственной статистики и сопоставимых по смыслу с показателями ВВП и внутренним потреблением материалов в ЕС. В качестве альтернативного показателя внутреннего потребления материалов предлагается использовать долю материальных затрат в производстве. В части использова-

ния ВВП в качестве компонента интегрального показателя противоречий не возникает, поскольку ВВП является универсальным и признанным в мире показателем экономической активности, позволяет проводить межстрановые сопоставления. Для упрощения описания введем «Продуктивность материальных затрат» для отношения ВВП к объему материальных затрат. При расчете показателей «Продуктивность ресурсов» и «Продуктивность материальных затрат» для РФ за период 2011-2021 гг. была выявлена статистически значимая корреляция данных показателей – 0,84, что свидетельствует об обратной взаимосвязи между этими показателями (рис. 2).

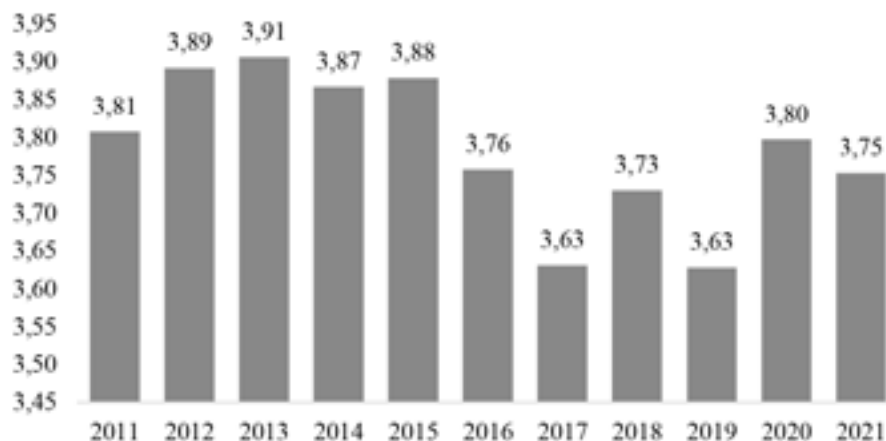


Рис. 2. Продуктивность материальных затрат в РФ

Одной из особенностей данного анализа является обратная корреляция показателей продуктивности ресурсов и продуктивности материальных затрат. Однако в рамках данной работы предлагается не рассматривать природу обратной корреляции, а лишь констатировать тот факт, что корреляция существует и тем самым «Продуктивность материальных затрат» может быть принята в качестве интегрального показателя уровня развития экономики замкнутого цикла для оценки на территории РФ. Но данный показатель не в полной мере соответствует установленным выше требованиям, что обуславливает необходимость его методологической модернизации. В рамках данного исследования предлагается следующая корректировка: замена ВВП на валовую добавленную стоимость (ВДС), поскольку ВВП выражает рыночную стоимость всей произведенной продукции на территории страны, в то время как НДС исчисляется на уровне отраслей экономики как разность между выпуском товаров и услуг и промежуточным потреблением. Показатель материальных затрат предлагается заменить на показатель промежуточного потребления, что обусловлено необходимостью более точного учёта ресурсов в различных отраслях. В частности, для строительной отрасли, где широко применяется система подрядных отношений, промежуточное потребление является более объективным показателем, чем доли материальных затрат (рис. 3).

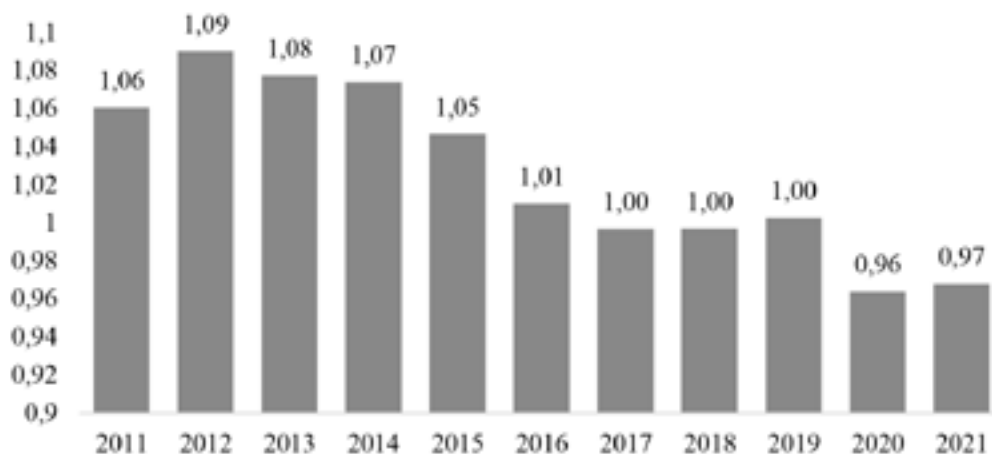


Рис. 3. Отношение НДС к промежуточному потреблению

Для подтверждения возможности использования показателя ВДС/промежуточное потребление в качестве интегрального показателя уровня развития экономики замкнутого цикла, в рамках данной работы был проведен корреляционный анализ с показателем «Продуктивность ресурсов», в результате расчетов коэффициент корреляции составил -0,75, в связи с чем подтверждается сильная корреляция между данными показателями. Таким образом, в качестве интегрального показателя (зависимой переменной для эконометрического исследования) уровня развития экономики замкнутого цикла был выбран показатель характеризующий отношение ВДС/промежуточному потреблению (Integral indicator Russian Federation – IIRF). Предложенный показатель предоставляет возможность отслеживать уровень развития экономики замкнутого цикла как по отраслям региона, так и по регионам в различные временные периоды, поскольку данный показатель исключает влияния фактора изменения цены (инфляции и дефляции) при оценке данного показателя. Интегральный показатель (IIRF), характеризующий отношение ВДС/промежуточному потреблению, обладая свойством декомпозиции по отраслям, позволяет оценить уровень экономики замкнутого цикла на региональном уровне за счёт:

- возможности разложения ВДС и промежуточного потребления по субъектам РФ;
- учёта структурных различий в экономике регионов.

Для оценки уровня развития экономики замкнутого цикла в регионах РФ с учетом их ключевой отраслевой направленности предлагается использовать типологию регионов по доминирующим отраслям, затем применять адаптированную методику расчета.

Для анализа уровня развития экономики замкнутого цикла в регионах РФ регионы были классифицированы на 6 групп по критерию доминирующей отрасли в структуре ВДС за 2023 год, при условии, что её вклад не менее 21%. Ключевые группы включают:

1. Аграрные регионы – высокая доля сельского, лесного хозяйства, охоты, рыболовства и рыбоводства (раздел А).
2. Ресурсодобывающие регионы – высокая доля добычи полезных ископаемых (раздел В).
3. Промышленные регионы – высокая доля обрабатывающих производств; обеспечения электрической энергией, газом и паром; водоснабжения, организации сбора и утилизация отходов; строительства (разделы С, D, E, F)
4. Транспортно-логистические регионы – высокая доля торговли оптовой и розничной; ремонта автотранспортных средств и мотоциклов; транспортировки и хранения (разделы G, H).
5. Сервисные регионы – высокая доля услуг (разделы I, J, K, L, M, N).
6. Социально-бюджетные регионы – высокая доля государственного управления и социальных услуг (разделы O, P, Q).

В условиях отсутствия официальных данных по промежуточному потреблению (ПП) за 2023 год для большинства регионов применён комбинированный подход, включающий следующие этапы:

1. Для регионов, по которым доступны данные за 2022 год, проведена дефляционная корректировка с использованием отраслевых индексов-дефляторов Министерства экономического развития РФ [6]:

$$ПП_{2023} = ПП_{2022} * I_{\text{дефлятор}}$$

где $I_{\text{дефлятор}}$ – индекс-дефлятор для соответствующей отрасли.

2. Для оставшихся регионов применён косвенный метод расчёта на основе соотношения ПП и ВДС:

- 2.1. Расчёт средних регионов с известными данными.

- 2.2 Аппроксимация ПП для регионов с отсутствующими данными по формуле:

$$ПП_{2023} = ВДС_{2023} * \frac{\sum ПП_{\text{известные}}}{\sum ВДС_{\text{известные}}}$$

3. Рассчитан интегральный показатель (IIRF) для регионов за 2023 год по формуле, упомянутой выше. Данные приведены в таблице 1.

Значения $IIRF > 1$ свидетельствуют о более высокой эффективности использования ресурсов.

Значения $IIRF < 1$ характерны для ресурсоемких отраслей (добывающий сектор).

Таким образом, комбинированное использование прямых расчётов (для 70% регионов) и аппроксимации (для 30% регионов) позволило обеспечить полное территориальное покрытие до максимальной точности. Погрешность до 10-15% для части регионов находится в пределах допустимого для аналитических расчётов уровня. Также применение единых отраслевых дефляторов Министерства экономического развития РФ обеспечило сравнимость данных между регионами.

Таблица 1

Интегральный показатель (PIRF) для регионов за 2023 год

Группа регионов РФ	ВДС в 2023 году (в текущих ценах), млн руб.	Промежуточное потребление скор. на 2023 год, млн руб.	Показатель (ВДС/Промежуточное потребление)	Регионы РФ
Аграрные	962 794,0	726 491,3	1,33	Тамбовская область; Камчатский край
Ресурсодо-бы- вающие	28 599 839,5	14 003 224,4	2,04 (диапазон 0,70-3,13)	Республика Коми; Ненецкий автономный округ; Астраханская область; Оренбургская область; Ханты-Мансийский автономный округ; Ямало-Ненецкий автономный округ; Иркутская область; Кемеровская область-Кузбасс; Томская область; Республика Саха (Якутия); Забайкальский край; Магаданская область; Сахалинская область; Чукотский автономный округ
Промышленные	57 746 569,6	64 892 731,1	0,89 (диапазон 0,68-13,52)	Белгородская область; Брянская область; Владимирская область; Воронежская область; Ивановская область; Калужская область; Костромская область; Курская область; Липецкая область; Орловская область; Рязанская область; Смоленская область; Тверская область; Тульская область; Ярославская область; Республика Карелия; Архангельская область без авт. округа; Вологодская область; Ленинградская область; Мурманская область; Новгородская область; Псковская область; Волгоградская область; Карачаево-Черкесская Республика; Ставропольский край; Республика Башкортостан; Республика Марий Эл; Республика Мордовия; Республика Татарстан; Удмуртская Республика; Чувашская Республика; Пермский край; Кировская область; Нижегородская область; Пензенская область; Самарская область; Саратовская область; Ульяновская область; Курганская область; Свердловская область; Тюменская область (без Ханты-Мансийского авт. округа-Югра и Ямало-Ненецкого авт. округа); Челябинская область; Республика Хакасия; Алтайский край; Красноярский край; Омская область; Республика Бурятия; Амурская область; Еврейская автономная область
Транспортно- логистические	24 749 701,0	23 026 175,0	1,07 (диапазон 0,99-2,12)	г. Санкт-Петербург; Краснодарский край; Ростовская область; Республика Дагестан; Новосибирская область; Приморский край; Хабаровский край
Сервисные	43 734 199,7	41 147 655,2	1,06 (диапазон 0,84-1,26)	Московская область; г. Москва; Калининградская область; Республика Адыгея; Республика Калмыкия; Республика Крым; г. Севастополь
Социально- бюджетные	1 281 068,2	840 911,2	1,52 (диапазон 1,23-1,94)	Республика Ингушетия; Кабардино-Балкарская Республика; Республика Северная Осетия – Алания; Чеченская Республика; Республика Алтай; Республика Тыва

Выводы

Проведенное исследование позволило разработать адаптированный интегральный показатель оценки уровня развития экономики замкнутого цикла в РФ, основанный на соотношении ВДС и промежуточного потребления. Модернизация европейского подхода путем замены его компонентов (ВВП на ВДС и материальных затрат на промежуточное потребление) доказала свою эффективность, продемонстрировав сильную корреляционную связь ($-0,75$) с эталонными европейскими показателями. Результаты подтверждают, что предложенный подход успешно преодолевает ограничения российской статистики и обеспечивает достоверную оценку с использованными показателями.

Предложенный подход обеспечивает сопоставимость данных как во временном разрезе, так и на межрегиональном уровне, что делает его эффективным инструментом для анализа и разработки стратегий по переходу к экономике замкнутого цикла. Перспективными направлениями для дальнейших исследований представляются: создание системы оценки уровня развития экономики на субнациональном уровне с дифференциацией по приоритетным отраслям регионов, интеграция экологических показателей с отраслевой привязкой.

Литература

1. Ilyina E.A., Saraev L.A. Predicting the dynamics of the maximum and optimal profits of innovative enterprises // Journal of physics: conference series: The Fifth Workshop on Computer Modelling in Decision Making (CMDM 2020), Saratov, Russian Federation, 26–27 ноября 2020 года. Vol. 1784. Saratov, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. P. 012002. DOI: 10.1088/1742-6596/1784/1/012002.
2. Европейское бюро статистики. [Электронный ресурс]. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat> (дата обращения 14.07.2025).
3. Гомонов К.Г. Оценка эффективности внедрения социально-экономических проектов в области циркулярной экономики в Европейском союзе на основе экономико-математического моделирования // Вопросы инновационной экономики. 2022. Т. 12, № 4. С. 2053–2072. DOI: 10.18334/vinec.12.4.116412.
4. 4. Международная ресурсная панель. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.resourcepanel.org/global-material-flows-database> (дата обращения 14.07.2025).
5. Министерство экономического развития Российской Федерации. Прогноз индексов цен производителей и индексов-дефляторов по видам экономической деятельности на период до 2027 года. [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_476180/ (дата обращения 14.07.2025).