

ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ МЕТОДОМ ДЕКАПЛИНГА НА ПРИМЕРЕ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

DOI: <https://doi.org/10.24891/ypmclv>

EDN: <https://elibrary.ru/ypmclv>

Анна Игоревна КУРБАТОВА

ответственный автор, кандидат биологических наук, доцент,
департамент экологической безопасности и менеджмента качества продукции,
Институт экологии, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН),
Москва, Российская Федерация
e-mail: kurbatova-ai@rudn.ru
ORCID: 0000-0002-7763-5034
SPIN: 8177-8261

Елена Викторовна САВЕНКОВА

доктор экономических наук, профессор, департамент экологической безопасности
и менеджмента качества продукции, директор Института экологии,
Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН),
Москва, Российская Федерация
e-mail: savenkova-ev@rudn.ru
ORCID: отсутствует
SPIN: 9083-6539

Виктория Андреевна КУЗНЕЦОВА

магистр, департамент экологической безопасности и менеджмента качества продукции,
Институт экологии, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН),
Москва, Российская Федерация
e-mail: 1132236693@rudn.ru
ORCID: отсутствует
SPIN: отсутствует

История статьи:

Рег. № 275/2025

Получена 05.05.2025

Одобрена 18.06.2025

Доступна онлайн

27.11.2025

Специальность: 5.2.3

УДК 338.1:502.2

JEL: P28, Q01, Q32,

Q53, R11

Ключевые слова:

система управления,
твердые коммунальные
отходы, переработка
отходов, захоронение
отходов, индекс
декаплинга

Аннотация

Предмет. Ресурсная эффективность, влияние экономической деятельности на окружающую среду.

Цели. Анализ тенденций в развитии систем обращения с твердыми коммунальными отходами и взаимосвязи макроэкономических показателей с показателями, характеризующими экологическую ситуацию.

Методология. Применены математические методы исследования.

Результаты. Выполнено сравнение систем управления твердыми коммунальными отходами, действующих в Москве и Московской области. Показано, что индекс декаплинга можно применять для оценки ресурсной эффективности и воздействия отраслей экономики на окружающую среду.

Выводы. В Московском регионе создана в целом устойчивая система обращения с твердыми коммунальными отходами.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2025

Для цитирования: Курбатова А.И., Савенкова Е.В., Кузнецова В.А. Оценка эколого-экономической устойчивости системы обращения с твердыми коммунальными отходами методом декаплинга на примере Московской области // Региональная экономика: теория и практика. – 2025. – № 11. – С. 56 – 73. DOI: 10.24891/ypmclv EDN: YPMCLV

Введение

Ресурсная эффективность представляет собой способность экономики или конкретной отрасли использовать природные ресурсы и материалы с максимальной пользой при минимальных затратах для окружающей среды. В условиях ограниченности природных ресурсов и роста экологической нагрузки оценка ресурсной эффективности становится ключевым элементом стратегии устойчивого развития.

По мнению В.Ф. Фоминой [1], декаплинг – это основной подход к оценке ресурсной эффективности, отражающий процесс сокращения темпов использования первичных ресурсов на единицу экономической активности. Суть декаплинга заключается в разделении трендов экономического роста и влияния отрасли на окружающую среду. Декаплинг сопровождается уменьшением использования в экономической деятельности ресурсов и минимизацией воздействия на окружающую среду на единицу продукции (Х. Джао и др. [2], *рис. 1*). Ресурсный декаплинг связан с ресурсоэффективностью, тогда как декаплинг воздействия отражает увеличение выхода продукции при одновременном уменьшении выбросов загрязняющих веществ, сбросов сточных вод, образования отходов и других негативных последствий (З. Янг и др. [3]).

Организация экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) за последние два десятилетия провела обширные исследования, уделив основное внимание разрыву связи между «экономическими благами» и «экологическими проблемами» (Х.К. Мохаджан [4], З. Голаса [5]). Относительная «развязка» возникает тогда, когда темпы роста экологически значимых переменных (использование ресурсов, объем отходов, выбросов) меньше, чем темпы роста экономических параметров (например, валового внутреннего продукта), за определенный период, что отражено в работах Г. Фелбермаера [6], З. Ху [7], Г. Пана [8], З. Вонга [9], И. Зоу [10]. Напротив, абсолютная «развязка» происходит в случае, если темпы роста экологически значимых переменных стабильны или отрицательны, в то время как валовой внутренний продукт (ВВП) продолжает расти (Н.В. Стародубец и др. [11]). Таким образом, абсолютная «развязка» является признаком того, что давление на окружающую среду либо стабильно, либо снижается (А. Алкай [12]).

Согласно Д. Биану [13], Ф. Донгу [14], декаплинг направлен на разрыв зависимости между экономическим ростом и воздействием на окружающую среду. Это означает стремление к увеличению объемов переработки твердых коммунальных отходов (ТКО) и уменьшению их количества без повышения ресурсоемкости процессов. Индекс декаплинга может служить важным экономическим индикатором устойчивости системы обращения с отходами (А.И. Курбатова и др. [15]). Когда индекс декаплинга $DI > 1$, то темпы роста потребления ресурсов или загрязнения соответствуют темпам экономического роста или превышают их (*рис. 2*), то есть по мере роста экономики потребление ресурсов возрастает, а состояние окружающей среды быстро ухудшается. Это первая половина кривой Кузнецца, или «стадия подъема» (область А на *рис. 3*). Экологическая кривая Кузнецца описывает ущерб, который неустойчивое экономическое развитие может нанести окружающей среде, и подчеркивает необходимость отделять экономические факторы, такие как ВВП, от охраны окружающей среды.

Значение индекса декаплинга $DI = 1$ отражает негативное влияние экономического роста на экологический фактор. Ситуация, когда $0 < DI < 1$, означает, что темпы роста потребления ресурсов или выбросов загрязняющих веществ отстают от темпов экономического роста. В этом случае имеет место относительный декаплинг – пример II на *рис. 2* и область В на *рис. 3*. Если $DI = 0$, то экономика растет, а потребление ресурсов остается постоянным. Другими словами, когда экономика постоянно растет, количество загрязняющих веществ не увеличивается. Когда потребление ресурсов или выбросы/сбросы загрязняющих веществ уменьшаются при продолжающемся росте экономики, тогда $DI < 0$ (пример III на *рис. 2*). Здесь взаимосвязь между окружающей средой и экономикой можно описать как «нисходящую стадию» кривой Кузнецца (область С на *рис. 3*), а именно – как абсолютный декаплинг.

Объектом исследования является система управления твердыми коммунальными отходами в Московской области (ранее эту проблему исследовала Т.М. Рябова [16]). По данным отчетности 2-ТП (отходы), в Московской области ежегодно образуется около 13 млн т отходов производства и потребления, относящихся к классам опасности I–V. Основой системы накопления твердых коммунальных и крупногабаритных отходов в Московской области является использование контейнеров и бункеров. Для реконструкции действующих объектов и строительства новых объектов по обращению с отходами разрабатываются и утверждаются инвестиционные программы.

В ходе конкурсного отбора, проведенного Министерством экологии и природопользования Московской области в марте 2018 г., были выбраны семь региональных операторов для организации полного цикла обращения с твердыми коммунальными отходами (сбор, транспортировка, обработка, обезвреживание, утилизация и размещение) на территории Московской области. В апреле 2018 г. с региональными операторами были заключены соглашения сроком на десять лет по организации работы в семи территориальных кластерах Московской области (Алексинская зона – ООО «Экомпромсервис»; Воскресенская зона – ООО «ЭкоЛайн-Воскресенск»; Каширская зона – ООО «Каширский РО»; Ногинская зона – ООО «Хартия»; Рузская зона – ООО «Рузский РО»; Сергиево-Посадская зона – ООО «Сергиево-Посадский РО»; Чеховская зона – ООО «МСК-НТ»).

В 2020 г. на территории Московской области были закрыты последние функционирующие полигоны для размещения твердых коммунальных отходов. На 1 января 2024 г. были рекультивированы 24 полигона. Объекты размещения отходов, включенных в Государственный реестр объектов размещения отходов (ГРОО), на территории города Москвы отсутствуют¹. Соответственно, потоки твердых коммунальных отходов, образуемые в г. Москве, отправляются на утилизацию в другие регионы², что показано на *рис. 4* (в данном случае – в Московскую область³), причем пять из шести объектов, расположенных в Московской области – комплексы по переработке отходов.

Методы исследования

В рамках данного исследования для расчета индекса декаплинга DI в качестве показателей воздействия на окружающую среду были взяты объем образовавшихся твердых коммунальных отходов (ТКО) и объем твердых коммунальных отходов, отправленных на захоронение, а в качестве экономического показателя – валовой региональный продукт (ВРП) Московской области за соответствующий год. В ходе исследования применена методика расчета декаплинга UNEP, приведенная в одной из работ зарубежных ученых⁴. Так, для оценки ресурсной эффективности и нагрузки на окружающую среду использованы формулы (1, 2):

$$DI_1 = \frac{\left(\frac{TKO_t - TKO_{t-1}}{TKO_{t-1}} \right)}{\left(\frac{BRP_t - BRP_{t-1}}{BRP_{t-1}} \right)}, \quad (1)$$

где DI_1 – индекс декаплинга для объема образовавшихся твердых коммунальных отходов, TKO_t – объем твердых коммунальных отходов, образованных в год t , млн т., TKO_{t-1} – объем твердых коммунальных отходов, образованных в год $t - 1$, млн т., BRP_t – валовой региональный продукт за год t , млрд руб., BRP_{t-1} – валовой региональный продукт за год $t - 1$, млрд руб.;

¹ Территориальная схема обращения с отходами города Москвы (Приложение к распоряжению Департамента жилищно-коммунального хозяйства города Москвы от 26.12.2024 № 01-01-14-638/24). URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=MLAW&n=250456#tjHqa1V9Y9hl7U8B>

² Автоматизированная информационная система «Электронная модель территориальной схемы обращения с отходами». URL: <https://mw.mos.ru/terschema>

³ Положение об автоматизированной информационной системе «Электронная модель территориальной схемы обращения с отходами» (Приложение к постановлению Правительства Москвы от 05.06.2019 № 665-ПП). URL: <https://docs.cntd.ru/document/560346740?ysclid=mhkovmpamw927119228>

⁴ Zhong Y. Research on the Temporal and Spatial Pattern Evolution Characteristics and Decoupling Effect of Electricity Power Consumption in China. DOI: 10.2139/ssrn.4790342

$$DI_2 = \frac{\left(\frac{зТКО_t - зТКО_{t-1}}{зТКО_{t-1}} \right)}{\left(\frac{ВРП_t - ВРП_{t-1}}{ВРП_{t-1}} \right)}, \quad (2)$$

где DI_2 – индекс декаплинга для объема твердых коммунальных отходов, отправленных на захоронение, $зТКО_t$ – объем твердых коммунальных отходов, образованных в год t , млн т., $зТКО_{t-1}$ – объем твердых коммунальных отходов, образованных в год $t - 1$, млн т., $ВРП_t$ – валовой региональный продукт за год t , млрд руб., $ВРП_{t-1}$ – валовой региональный продукт за год $t - 1$, млрд руб.

Для расчетов были использованы данные за период 2020–2023 гг. Источник данных по валовому региональному продукту (*табл. 1*) – официальный сайт Федеральной службы государственной статистики⁵. Источник данных по объемам твердых коммунальных отходов (*табл. 2*) – официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере природопользования⁶.

Результаты

В работе выполнены расчеты декаплинга для выявления ресурсоэффективности системы управления твердыми коммунальными отходами в Московской области в период 2020–2023 гг. (*табл. 3*). Значения индекса за период 2020–2021 гг. по двум показателям ниже 0, что свидетельствует об абсолютном декаплинге. Абсолютный декаплинг обусловлен уменьшением образования твердых коммунальных отходов и, как следствие, объемов твердых коммунальных отходов, отправленных на захоронение. К декабрю 2020 г. в Московской области были закрыты все полигоны для размещения твердых коммунальных отходов и увеличился объем твердых коммунальных отходов, отправленных на переработку. В период 2021–2022 гг. по объему ТКО, отправленных на захоронение, наблюдается абсолютный декаплинг, но по объему образовавшихся ТКО наблюдается декаплинг относительный. В 2022 г. были частично сняты ограничения, связанные с локдауном, из-за чего увеличилась потребительская активность.

Абсолютный декаплинг по объему ТКО, отправленных на захоронение, обусловлен отсутствием к 2022 г. полигонов, запуском новых мусоросортировочных и перерабатывающих комплексов, ужесточением требований к захоронению отходов и ростом вторичной переработки. В 2022–2023 гг. вновь наблюдается абсолютный декаплинг по объему образовавшихся ТКО. Можно предположить, что снижение объемов ТКО может быть связано с изменением потребительского поведения населения из-за усиления экономических санкций. В 2023 г. усилились внешнеэкономические ограничения, из-за чего снизился импорт потребительских товаров. Населению пришлось адаптироваться к сложившейся ситуации – рост цен, снижение потребления, сокращение покупок напрямую повлияли на объемы твердых коммунальных отходов.

При уменьшении объемов ТКО наблюдается увеличение отходов, отправленных на захоронение. В 2022–2023 гг. по данному критерию мы видим относительный декаплинг. Не последнюю роль сыграло импортозамещение, что привело к росту потребления российских товаров, большую часть которых стало сложнее перерабатывать, что увеличило отправку таких отходов на захоронение. Санкции могли повлечь за собой нехватку импортного оборудования для переработки, что замедлило сортировку отходов, ввод в эксплуатацию новых заводов и увеличило объем захоронения. Так, был предусмотрен ввод в эксплуатацию с 1 июля 2024 г. завода по энергетической утилизации отходов в городском округе Воскресенск и трех заводов в других городских округах⁷ в 2025 г.

⁵ Федеральная служба государственной статистики.

URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/VRP_s1998.xlsx

⁶ Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. Порядок предоставления отчетности по форме 2-ТП (отходы). URL: https://rpn.gov.ru/regions/64/for_users/report/2tp-waste/; Информация об образовании, обработке, утилизации, обезвреживании, размещении отходов производства и потребления.

URL: <https://rpn.gov.ru/open-service/analytic-data/statistic-reports/production-consumption-waste/>

⁷ Постановление Правительства Московской области от 15.12.2023 № 1240-ПП «О внесении изменений в территориальную схему обращения с отходами Московской области».

URL: <https://mosoblpravo.ru/postanovlenie/2023/12/15/n-1240-pp/?ysclid=mhkti7r4yl759784468>

Однако впоследствии⁸ ввод в эксплуатацию заводов в городском округе Воскресенск и в Наро-Фоминском городском округе был перенесен на первое полугодие 2025 года, а в городском округе Солнечногорск – на 2026 г. Исходя из этих данных, можно предположить, что темпы строительства новых перерабатывающих заводов недостаточны, что вынуждает часть отходов отправлять на захоронение.

В целом можно сделать вывод, что Московская область в период 2020–2023 гг. на фоне экономического роста продемонстрировала значительное сокращение объемов захоронения твердых коммунальных отходов благодаря реализации комплексного подхода к управлению ими. В анализируемом периоде были применены различные меры, включая запреты и ограничения на захоронение, развитие перерабатывающих мощностей, внедрение раздельного сбора отходов. Данные, представленные в *табл. 4*, подтверждают эффективность принятых решений. В исследуемый период наблюдались незначительные колебания показателей, из-за чего требуется дальнейший анализ и корректировка стратегии, но в целом показатель декаплинга остается значительно ниже единицы, что может указывать на эффективность существующей в Московской области системы управления твердыми коммунальными отходами (*рис. 5, 6*).

В Московской области достижение декаплинга обусловлено комплексным подходом, который способствует снижению экологической нагрузки при одновременном росте экономической активности. «Поворотный момент» может наступить быстрее при внедрении новых технологий, повышающих эффективность системы управления ТКО и оказывающих положительное влияние на качество окружающей среды (А. Вастола [17]).

Сравнительный анализ показателей по Москве и Московской области

Для более подробного анализа системы управления твердыми коммунальными отходами в Московской области был проведен сравнительный анализ показателей по Москве и Московской области. В работе А.И. Курбатовой и др. [18] приведены значения индекса декаплинга для системы управления твердыми коммунальными отходами в Москве. Так, в обоих субъектах Российской Федерации наблюдается устойчивая тенденция к снижению объема отходов, направляемых на захоронение. Это является положительным индикатором перехода к более современным стандартам обращения с отходами, соответствующим принципам «нулевого захоронения». При сравнении индексов декаплинга видно, что в период 2020–2023 гг. в Москве и Московской области наблюдаются разнонаправленные тенденции в динамике индексов, отражающих уровень декаплинга («обособление» экономического роста от образования твердых коммунальных отходов и обращения с ними).

В Москве в период 2020–2023 гг. индекс декаплинга по объему образовавшихся ТКО демонстрирует нестабильную, но в целом положительную динамику, что указывает на наличие тенденции к абсолютному декаплингу. Особенно важно отметить, что в 2021–2022 гг. значение *DI* составило $-2,46$, что говорит об абсолютном декаплинге (объем отходов снижался на фоне роста валового регионального продукта). В 2022–2023 гг. индекс остается положительным, но близким к нулю ($0,118$), указывая на слабый относительный декаплинг (рост объема образования отходов был чуть медленнее роста валового регионального продукта). В Московской области, напротив, в 2020–2021 гг. фиксируется отрицательный индекс ($-0,87$), указывающий на положительные тенденции с экологической точки зрения. Однако в периоды 2021–2023 гг. значения индекса колеблются в пределах от $0,11$ до $-0,25$, что говорит о наличии элементов относительного декаплинга, но без устойчивой тенденции к снижению образования отходов.

Значения индекса декаплинга по объему твердых коммунальных отходов, направленных на обработку и утилизацию, в Москве последовательно снижаются: $-1,35$ (2020–2021 гг.), $-5,04$ (2021–2022 гг.), $-6,27$ (2022–2023 гг.). Такая динамика свидетельствует о трансформации системы обращения с отходами в сторону сокращения их общего потока. В Московской области в 2020–2022 гг. также фиксируются отрицательные значения индекса ($-1,38$ и $-1,91$), что говорит об абсолютном декаплинге. Однако уже в 2022–2023 гг. индекс становится положительным ($0,28$), что свидетельствует о возвращении зависимости между экономическим ростом и обращением с отходами, пусть и в режиме относительного декаплинга.

⁸ Постановление Правительства Московской области от 19.12.2024 № 1614-ПП «О внесении изменений в территориальную схему обращения с отходами Московской области». URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=MOB&n=423442#4N7Pb1V6ChHp54EJ1>

Таким образом, Москва демонстрирует более устойчивую и выраженную тенденцию к абсолютному декаплингу, особенно если учитывать утилизацию и уменьшение общего объема отходов. Снижение индексов декаплинга по объему твердых коммунальных отходов, направленных на переработку (с $-1,35$ в 2020–2021 гг. до $-6,27$ в 2022–2023 гг.), указывает на уменьшение нагрузки на систему обращения с отходами при продолжающемся росте валового регионального продукта. Это говорит о том, что экономическое развитие города не сопровождается пропорциональным увеличением экологического давления, а, напротив, сопровождается эффективным снижением образования отходов. Подобная тенденция является прямым следствием комплексного подхода к модернизации системы обращения с твердыми коммунальными отходами: в Москве действуют два объекта термической утилизации отходов, развивается инфраструктура раздельного сбора, а также реализуется федеральный проект «Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами» в рамках Государственной программы Российской Федерации «Охрана окружающей среды»⁹ и национального проекта «Экология»¹⁰.

Однако положительные тенденции, фиксируемые в Москве, неразрывно связаны с тем, что значительная часть твердых коммунальных отходов, особенно предназначенных для утилизации/захоронения, направляется в Московскую область. Это подтверждается динамикой по объемам захоронения: в 2020 г. Москва направила на захоронение 1,73 млн т отходов, тогда как в 2023 г. этот объем сократился до 180 тыс. т. Подобное сокращение во многом объясняется перераспределением потоков – вывозом твердых коммунальных отходов за пределы города, в том числе в Московскую область.

Экологическая нагрузка, связанная с утилизацией и особенно с захоронением отходов, фактически смещается из Москвы в Московскую область, где в течение рассматриваемого периода наблюдается нестабильная динамика индексов декаплинга. Например, в 2022–2023 гг. в Московской области индекс декаплинга по отходам, отправленным на захоронение, был положительным (0,28), что указывает на рост объемов захоронения более значительный, чем экономический рост, тогда как в Москве наблюдается прямо противоположная тенденция – движение к абсолютному декаплингу.

Выводы

Несмотря на сохраняющуюся нагрузку, Московская область предпринимает активные меры по усилению эколого-экономической устойчивости системы обращения с отходами, что создает предпосылки для дальнейшего достижения абсолютного декаплинга. Особое значение такая трансформация приобретает в контексте перехода к рациональным моделям потребления и производства. Ключевыми задачами для региона являются:

- сокращение образования отходов (развитие системы переработки и их повторного использования);
- обеспечение экологически безопасного управления отходами на протяжении всего их жизненного цикла.

Количественные показатели по Московской области еще не достигли уровня, который соответствует устойчивости, как это наблюдается в Москве, но именно качественные преобразования инфраструктуры и институциональные сдвиги создают прочную основу для перехода к абсолютному декаплингу в среднесрочной перспективе. Активное инвестирование, развитие «зеленых» технологий, внедрение цифровых инструментов контроля за потоками отходов являются теми направлениями, которые позволяют региону постепенно выходить на траекторию устойчивого развития.

Таким образом, Московская область, несмотря на временные колебания показателей, следует общей стратегии устойчивого управления отходами, согласующейся с международными стандартами и национальными экологическими приоритетами. Это дает основание воспринимать происходящие процессы как этап становления системы, где экономический рост сопровождается рациональным использованием ресурсов и снижением негативного влияния на окружающую среду.

⁹ Государственная программа «Охрана окружающей среды» (утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 15.04.2014 № 326). URL: <http://government.ru/rugovclassifier/874/events/>

¹⁰ Национальный проект «Экология». URL: https://www.mnr.gov.ru/activity/np_ecology/?ysclid=mhm1aicnkl158637715

Таблица 1**Динамика валового регионального продукта Московской области (2020–2023 гг.), млн руб.****Table 1****The Moscow Oblast: Changes in gross regional product for 2020–2023, million RUB**

Показатель	2020	2021	2022	2023
Валовой региональный продукт	5 406 077	6 809 951	7 774 430	9 244 580

Источник: авторская разработка на основе данных Росстата*Source:* Authoring, based on the Rosstat data**Таблица 2****Московская область: некоторые характеристики системы обращения с твердыми коммунальными отходами (2020–2023 гг.)****Table 2****The Moscow Oblast: Some characteristics of the municipal solid waste management system in 2020–2023**

Показатель	2020
Объем образовавшихся твердых коммунальных отходов, т	6 854 319
Объем твердых коммунальных отходов, отправленных на захоронение, т	5 634 437

Продолжение

Показатель	2021
Объем образовавшихся твердых коммунальных отходов, т	5 304 453
Объем твердых коммунальных отходов, отправленных на захоронение, т	3 620 364

Продолжение

Показатель	2022
Объем образовавшихся твердых коммунальных отходов, т	5 384 279
Объем твердых коммунальных отходов, отправленных на захоронение, т	2 642 178

Продолжение

Показатель	2023
Объем образовавшихся твердых коммунальных отходов, т	5 132 199
Объем твердых коммунальных отходов, отправленных на захоронение, т	2 783 795

Источник: авторская разработка на основе данных Федеральной службы по надзору в сфере природопользования*Source:* Authoring, based on the Federal Service for Supervision of Natural Resources data

Таблица 3**Московская область: индекс декаплинга, определенный для системы управления твердыми коммунальными отходами (2020–2023 гг.)****Table 3****The Moscow Oblast: Decoupling index for the municipal solid waste management system for 2020–2023**

Показатель	2020–2021
Объем образовавшихся твердых коммунальных отходов, т (DI_1)	-0,87
Объем твердых коммунальных отходов, отправленных на захоронение, т (DI_2)	-1,38
<i>Продолжение</i>	
Показатель	2021–2022
Объем образовавшихся твердых коммунальных отходов, т (DI_1)	0,11
Объем твердых коммунальных отходов, отправленных на захоронение, т (DI_2)	-1,91
<i>Продолжение</i>	
Показатель	2022–2023
Объем образовавшихся твердых коммунальных отходов, т (DI_1)	-0,25
Объем твердых коммунальных отходов, отправленных на захоронение, т (DI_2)	0,28

Источник: авторская разработка*Source:* Authoring**Таблица 4****Москва и Московская область: сравнение систем управления твердыми коммунальными отходами и некоторых социально-экономических показателей (2020–2023 гг.)****Table 4****Moscow and the Moscow Oblast: Comparison of solid municipal waste management systems and certain socioeconomic indicators in 2020–2023**

Показатель	Москва
Выведенные из эксплуатации полигоны, ед.	0
Объекты комплексной переработки отходов, ед.	0
Объекты термической утилизации отходов, ед.	2
Население, тыс. чел.	12 678 (2020 г.)
	12 655 (2021 г.)
	13 015 (2022 г.)
	13 104 (2023 г.)
Валовой региональный продукт, млн руб.	20 260 718 (2020 г.)
	24 265 760 (2021 г.)
	27 726 392 (2022 г.)
	32 339 002 (2023 г.)
Объем образовавшихся твердых коммунальных отходов, т	5 022 663 (2020 г.)
	5 193 500 (2021 г.)
	3 739 632 (2022 г.)
	3 784 597 (2023 г.)
Объем твердых коммунальных отходов, направленных на обработку, т	3 569 752 (2020 г.)
	4 379 002 (2021 г.)
	3 739 632 (2022 г.)
	3 714 896 (2023 г.)
Объем твердых коммунальных отходов, направленных на обезвреживание, т	757 072 (2020 г.)

	647 265 (2021 г.)
	355 512 (2022 г.)
	468 927 (2023 г.)
Объем твердых коммунальных отходов, направленных на утилизацию, т	1 139 410 (2020 г.)
	870 020 (2021 г.)
	235 222 (2022 г.)
	230 685 (2023 г.)
Объем твердых коммунальных отходов, направленных на захоронение, т	1 728 705 (2020 г.)
	1 186 339 (2021 г.)
	505 208 (2022 г.)
	180 832 (2023 г.)
Индекс декаплинга (объем образовавшихся твердых коммунальных отходов)	0,15 (2020–2021 гг.)
	–2,46 (2021–2022 гг.)
	0,118 (2022–2023 гг.)
Индекс декаплинга (объем твердых коммунальных отходов), отправленных на захоронение)	–1,35 (2020–2021 гг.)
	–5,04 (2021–2022 гг.)
	–6,27 (2022–2023 гг.)

Продолжение

Показатель	Московская область
Выведенные из эксплуатации полигоны, ед.	39
Объекты комплексной переработки отходов, ед.	11
Объекты термической утилизации отходов, ед.	4 (строятся)
Население, тыс. чел.	7 691 (2020 г.)
	7 708 (2021 г.)
	8 542 (2022 г.)
	8 592 (2023 г.)
Валовой региональный продукт, млн руб.	5 406 077 (2020 г.)
	6 809 951 (2021 г.)
	7 774 430 (2022 г.)
	9 244 580 (2023 г.)
Объем образовавшихся твердых коммунальных отходов, т	6 854 319 (2020 г.)
	5 304 453 (2021 г.)
	5 384 279 (2022 г.)
	5 132 199 (2023 г.)
Объем твердых коммунальных отходов, направленных на обработку, т	4 694 577 (2020 г.)
	4 804 292 (2021 г.)
	4 772 242 (2022 г.)
	4 945 845 (2023 г.)
Объем твердых коммунальных отходов, направленных на обезвреживание, т	64 048 (2020 г.)
	581 233 (2021 г.)
	606 097 (2022 г.)
	568 090 (2023 г.)
Объем твердых коммунальных отходов, направленных на утилизацию, т	232 760 (2020 г.)
	1 080 865 (2021 г.)
	1 791 385 (2022 г.)
	1 782 062 (2023 г.)
Объем твердых коммунальных отходов, направленных на захоронение, т	5 634 437 (2020 г.)

	3 620 364 (2021 г.)
	2 642 178 (2022 г.)
	2 783 795 (2023 г.)
Индекс декарпинга (объем образовавшихся твердых коммунальных отходов)	-0,87 (2020–2021 гг.)
	0,11 (2021–2022 гг.)
	-0,25 (2022–2023 гг.)
Индекс декарпинга (объем твердых коммунальных отходов), отправленных на захоронение)	-1,38 (2020–2021 гг.)
	-1,91 (2021–2022 гг.)
	0,28 (2022–2023 гг.)

Источник: авторская разработка на основе данных Федеральной службы по надзору в сфере природопользования

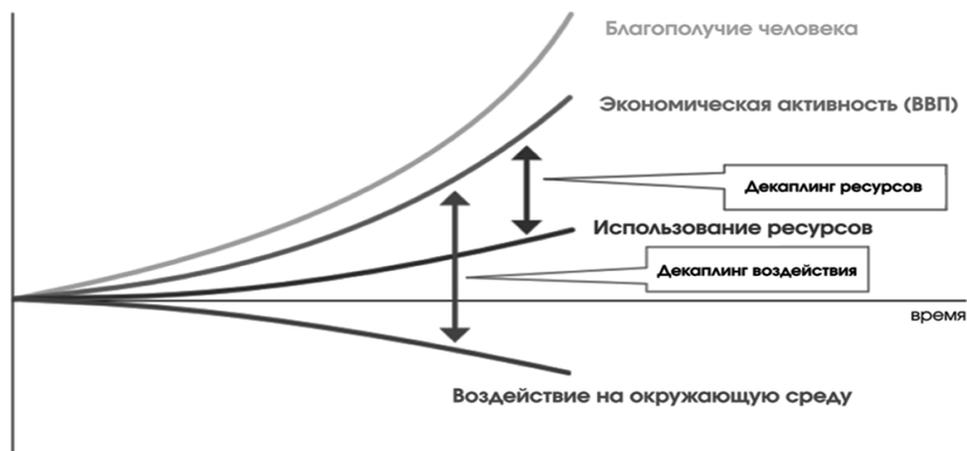
Source: Authoring, based on the Federal Service for Supervision of Natural Resources data

Рисунок 1

Общая концепция декарпинга

Figure 1

The general concept of decoupling



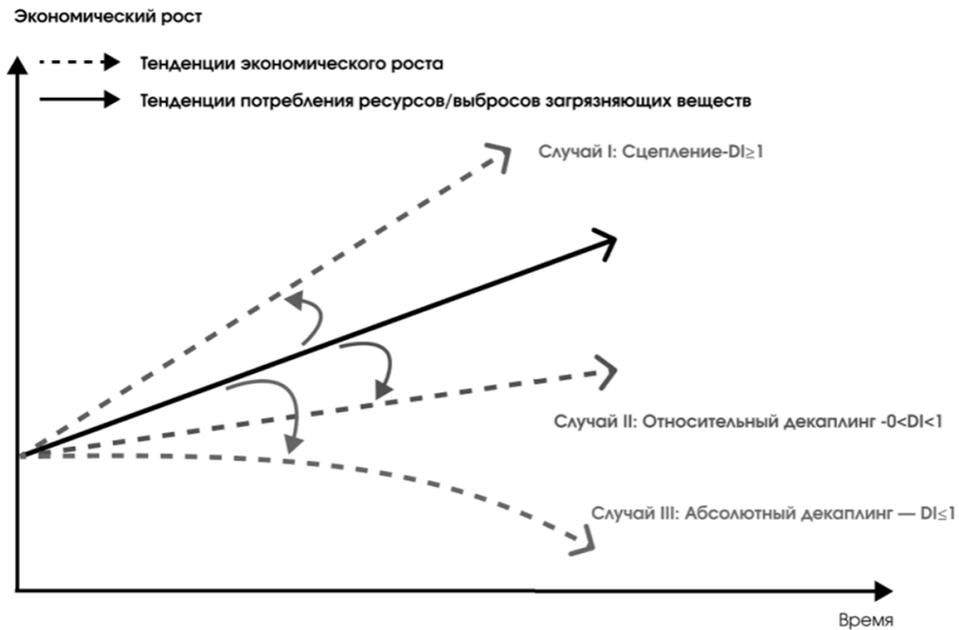
Источник: United Nations Environment Programme, 2011. Decoupling Natural Resources Use and Environmental Impacts from Economic Growth.

URL: https://www.researchgate.net/publication/289204141_United_Nations_Environment_Programme_2011_Decoupling_natural_resources_use_and_environmental_impacts_from_economic_growth

Source: United Nations Environment Programme, 2011. Decoupling Natural Resources Use and Environmental Impacts from Economic Growth.

URL: https://www.researchgate.net/publication/289204141_United_Nations_Environment_Programme_2011_Decoupling_natural_resources_use_and_environmental_impacts_from_economic_growth

Рисунок 2
Влияние экономического роста на состояние окружающей среды. Виды декаплинга
Figure 2
The impact of economic growth on the environment: Types of decoupling



Источник: United Nations Environment Programme, 2011. Decoupling Natural Resources Use and Environmental Impacts from Economic Growth.

URL: https://www.researchgate.net/publication/289204141_United_Nations_Environment_Programme_2011_Decoupling_natural_resources_use_and_environmental_impacts_from_economic_growth

Source: United Nations Environment Programme, 2011. Decoupling Natural Resources Use and Environmental Impacts from Economic Growth.

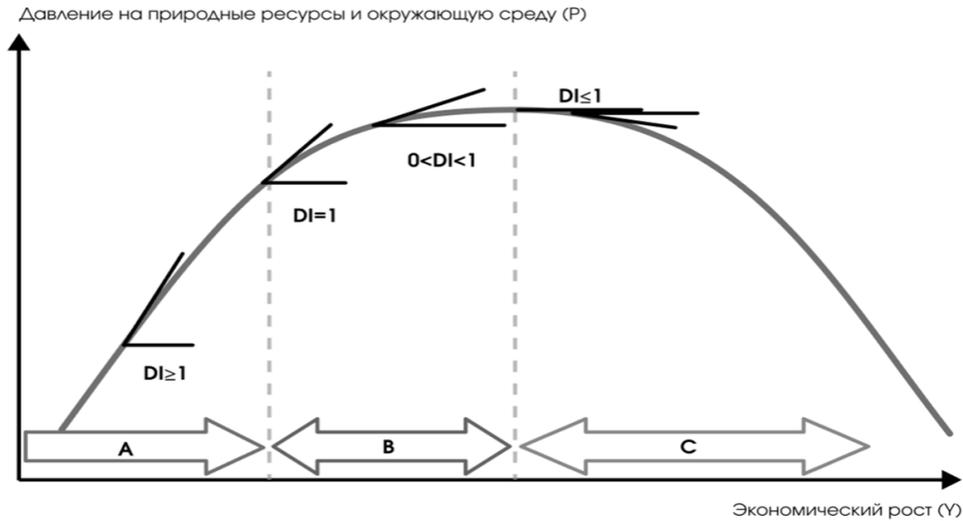
URL: https://www.researchgate.net/publication/289204141_United_Nations_Environment_Programme_2011_Decoupling_natural_resources_use_and_environmental_impacts_from_economic_growth

Рисунок 3

Характеристика трех стадий экономического роста по степени воздействия на природные ресурсы и окружающую среду

Figure 3

Characteristics of the three stages of economic growth in terms of their impact on natural resources and the environment



Источник: United Nations Environment Programme, 2011. Decoupling Natural Resources Use and Environmental Impacts from Economic Growth.

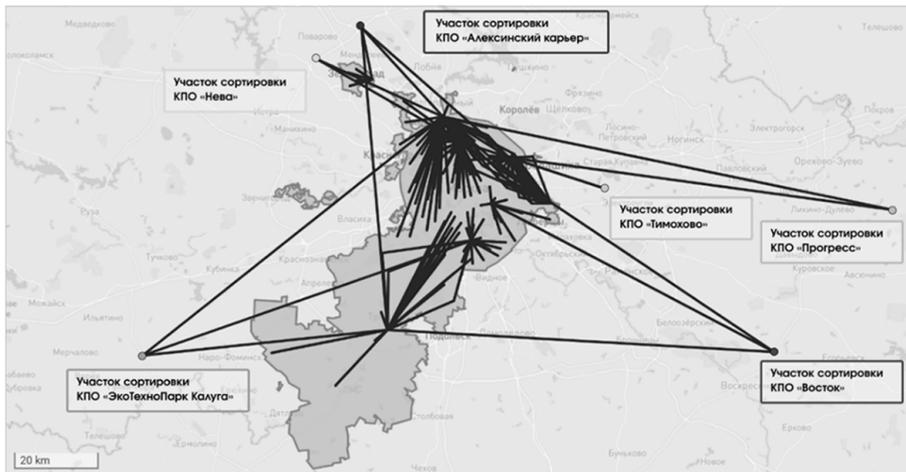
URL: https://www.researchgate.net/publication/289204141_United_Nations_Environment_Programme_2011_Decoupling_natural_resources_use_and_environmental_impacts_from_economic_growth

Source: United Nations Environment Programme, 2011. Decoupling Natural Resources Use and Environmental Impacts from Economic Growth.

URL: https://www.researchgate.net/publication/289204141_United_Nations_Environment_Programme_2011_Decoupling_natural_resources_use_and_environmental_impacts_from_economic_growth

Рисунок 4
Потоки твердых коммунальных отходов из г. Москвы в Московскую область

Figure 4
Solid municipal waste flows from Moscow to the Moscow Oblast

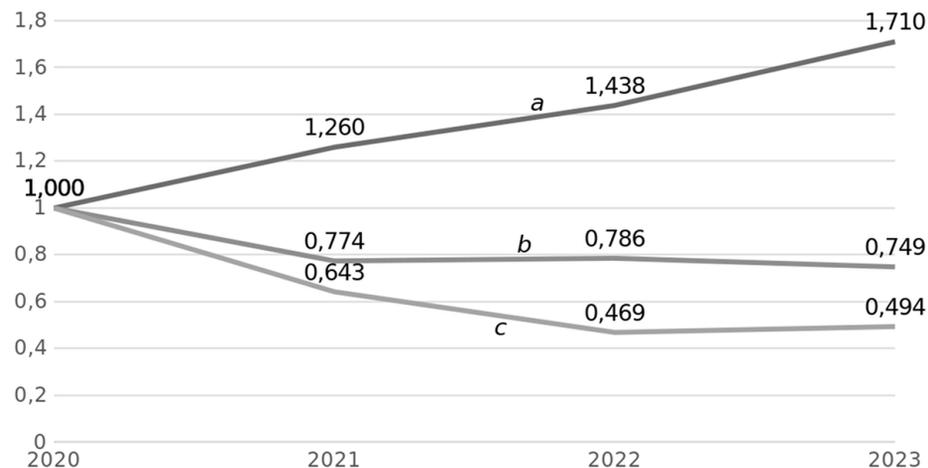


Источник: авторская разработка на основе аналитических материалов

Source: Authoring, based on analytical materials

Рисунок 5
Московская область: индекс декаплинга для объемов образовавшихся и захороненных твердых коммунальных отходов, его сопоставление с валовым региональным продуктом (2020–2023 гг.)

Figure 5
The Moscow Oblast: Decoupling index for the volumes of generated and landfilled solid municipal waste, its comparison with the gross regional product in 2020–2023



Примечание. График *a* – валовой региональный продукт. График *b* – объем образовавшихся твердых коммунальных отходов. График *c* – объем захороненных твердых коммунальных отходов.

Источник: авторская разработка

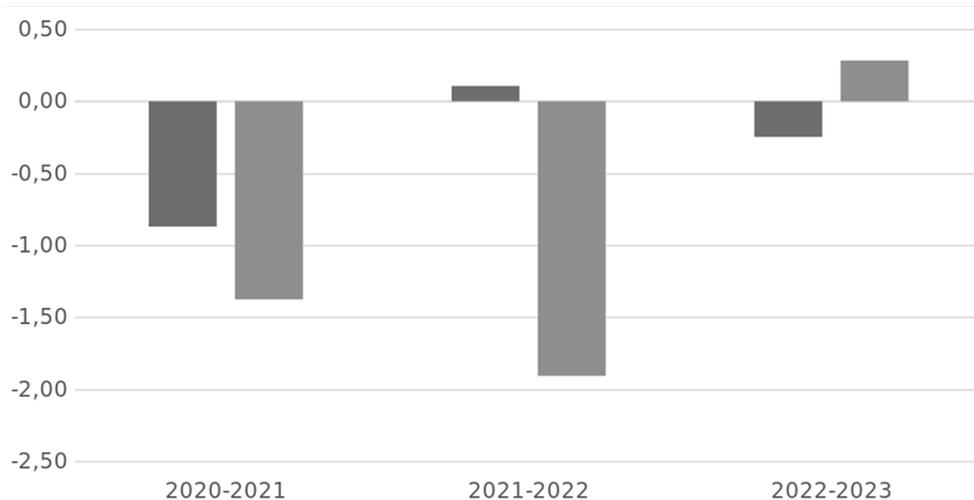
Source: Authoring

Рисунок 6

Московская область: графическое представление индексов декаплинга по образовавшимся и захороненным твердым коммунальным отходам (2020–2023 гг.)

Figure 6

The Moscow Oblast: Graphical representation of decoupling indices for generated and buried municipal solid waste in 2020–2023



Примечание. По каждому периоду слева направо: образовавшиеся твердые коммунальные отходы, захороненные твердые коммунальные отходы.

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Список литературы

1. Фомина В.Ф. Оценка ресурсной эффективности и нагрузки на окружающую среду в регионе методом декаплинга // Известия Коми научного центра УрО РАН. Серия «Экономические науки». 2021. № 2. С. 84–101. DOI: 10.19110/1994-5655-2021-2-84-101 EDN: ZVRUWW
2. Zhao X., Liu H.-S., Ding L. Decomposition Analysis of the Decoupling and Driving Factors of Municipal Solid Waste: Taking China as an Example. *Waste Management*, 2022, vol. 137, pp. 200–209. DOI: 10.1016/j.wasman.2021.11.003
3. Yang Z., Huang C., Liao F. et al. Exploring the Characteristics of Solid Waste Management Policy in the Guangdong–Hong Kong–Macao Greater Bay Area. *Sustainability*, 2023, vol. 15, iss. 10. EDN: 10.3390/su15108160
4. Mohajan H.K. Waste Management Strategy to Save Environment and Improve Safety of Humanity. *Frontiers in Management Science*, 2025, vol. 4, iss. 2, pp. 74–81. DOI: 10.56397/FMS.2025.03.05
5. Gołaś Z. Decoupling Analysis of Energy-Related Carbon Dioxide Emissions from Economic Growth in Poland. *Energies*, 2023, vol. 16, iss. 9. DOI: 10.3390/en16093784
6. Felbermayr G., Mahlkow H., Sandkamp A. Cutting Through the Value Chain: The Long-Run Effects of Decoupling the East from the West. *Empirica*, 2023, vol. 50, iss. 1, pp. 75–108. EDN: 10.1007/s10663-022-09561-w
7. Hu Z., Gao P., Wang B. et al. Decoupling Study of Municipal Solid Waste Gasification: Effect of Pelletization on Pyrolysis and Gasification of Pyrolytic Char. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2024, vol. 12, iss. 6. DOI: 10.1016/j.jece.2024.114334

8. Pan G., Li X., Pan D. et al. Decoupling Effect and Driving Factors of Carbon Footprint in Megacity Wuhan, Central China. *Ecological Processes*, 2023, vol. 12, iss. 1. EDN: 10.1186/s13717-023-00435-y
9. Wang Z., Hu T., Liu J. Decoupling Economic Growth from Construction Waste Generation: Comparative Analysis between the EU and China. *Journal of Environmental Management*, 2024, vol. 353. DOI: 10.1016/j.jenvman.2024.120144
10. Zhou Y., Hu D., Wang T. et al. Decoupling Effect and Spatial-Temporal Characteristics of Carbon Emissions from Construction Industry in China. *Journal of Cleaner Production*, 2023, vol. 419. EDN: 10.1016/j.jclepro.2023.138243
11. Starodubets N.V., Belik I.S., Alikberova T.T. Sustainability Assessment of the Municipal Solid Waste Management in Russia Using the Decoupling Index. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 2022, vol. 17, iss. 1, pp. 157–163. DOI: 10.18280/ijstdp.170115
12. Alcay A., Montañés A., Simón-Fernández M.-B. Waste Generation and the Economic Cycle in European Countries. Has the Great Recession Decoupled Waste and Economic Development? *Science of the Total Environment*, 2021, vol. 793. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.148585
13. Bian D., Yang X., Lu Yu. et al. Analysis of the Spatiotemporal Patterns and Decoupling Effects of China's Water Resource Spatial Equilibrium. *Environmental Research*, 2023, vol. 216, part 3. EDN: 10.1016/j.envres.2022.114719
14. Dong F., Li J., Huang J. et al. A Reverse Distribution between Synergistic Effect and Economic Development: An Analysis from Industrial SO₂ Decoupling and CO₂ Decoupling. *Environmental Impact Assessment Review*, 2023, vol. 99. DOI: doi.org/10.1016/j.eiar.2023.107037
15. Курбатова А.И., Савенкова Е.В., Рошин А.В. Системный подход к оценке устойчивости системы управления твердыми коммунальными отходами: аналитический обзор // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. 2025. № 1. С. 321–331. EDN: DPUDEV
16. Рябова Т.М., Амерсланова Э.Х. Основные направления в сфере утилизации твердых коммунальных отходов в Московской области: проблемы и перспективы // Социодинамика. 2022. № 3. С. 33–44. DOI: 10.25136/2409-7144.2022.3.36849 EDN: WHLWEC
17. Vastola A., Viccaro M., Grippo V. et al. The Decoupling Effect in Italian Agricultural Waste: An Empirical Analysis. *Sustainability*, 2023, vol. 15, iss. 24. DOI: 10.3390/su152416596
18. Курбатова А.И., Савенкова Е.В., Абу-Кайс Х. Индекс декарбонизации как индикатор эколого-экономической устойчивости системы обращения с твердыми коммунальными отходами в г. Москве // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Экономика». 2023. Т. 32. № 4. С. 709–724. DOI: 10.22363/2313-2329-2024-32-4-709-724 EDN: LTTBCD

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

ASSESSING THE ECOLOGICAL AND ECONOMIC SUSTAINABILITY OF THE MUNICIPAL SOLID WASTE MANAGEMENT SYSTEM USING THE DECOUPLING METHOD: THE MOSCOW OBLAST CASE STUDY

DOI: <https://doi.org/10.24891/ypmclv>

EDN: <https://elibrary.ru/ypmclv>

Anna I. KURBATOVA

Corresponding author, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN University), Moscow, Russian Federation

e-mail: kurbatova-ai@rudn.ru

ORCID: 0000-0002-7763-5034

Elena V. SAVENKOVA

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN University), Moscow, Russian Federation

e-mail: savenkova-ev@rudn.ru

ORCID: not available

Viktoriya A. KUZNETSOVA

Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba (RUDN University), Moscow, Russian Federation

e-mail: 1132236693@rudn.ru

ORCID: not available

Article history:

Article No. 275/2025

Received 5 May 2025

Accepted 18 Jun 2025

Available online

27 Nov 2025

JEL Classification: P28, Q01, Q32, Q53, R11

Keywords: management system, solid municipal waste, waste recycling, waste disposal, decoupling index

Abstract

Subject. This article analyzes the resource efficiency and impact of economic activities on the environment.

Objectives. The article aims to analyze the trends in the development of municipal solid waste management systems and the relationship between macroeconomic indicators and the indicators characterizing the environmental situation.

Methods. For the study, we used mathematical research methods.

Results. The article compares the municipal solid waste management systems operating in Moscow and the Moscow Oblast. The article states that the decoupling index can be used to assess the resource efficiency and the impact of economic sectors on the environment.

Conclusions. The Moscow Oblast has a sustainable municipal solid waste management system, in general.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2025

Please cite this article as: Kurbatova A.I., Savenkova E.V., Kuznetsova V.A. Assessing the ecological and economic sustainability of the municipal solid waste management system using the decoupling method:

The Moscow Oblast case study. *Regional Economics: Theory and Practice*, 2025, iss. 11, pp. 56–73.

DOI: 10.24891/ypmclv EDN: YPMCLV

References

1. Fomina V.F. [Resource efficiency and environmental impact assessment in the region by decoupling method]. *Izvestiya Komi nauchnogo tsentra UrO RAN. Seriya: Ekonomicheskie nauki*, 2021, no. 2, pp. 84–101. (In Russ.) DOI: 10.19110/1994-5655-2021-2-84-101 EDN: ZVRUWW

2. Zhao X., Liu H.-S., Ding L. Decomposition Analysis of the Decoupling and Driving Factors of Municipal Solid Waste: Taking China as an Example. *Waste Management*, 2022, vol. 137, pp. 200–209. DOI: 10.1016/j.wasman.2021.11.003
3. Yang Z., Huang C., Liao F. et al. Exploring the Characteristics of Solid Waste Management Policy in the Guangdong–Hong Kong–Macao Greater Bay Area. *Sustainability*, 2023, vol. 15, iss. 10. EDN: 10.3390/su15108160
4. Mohajan H.K. Waste Management Strategy to Save Environment and Improve Safety of Humanity. *Frontiers in Management Science*, 2025, vol. 4, iss. 2, pp. 74–81. DOI: 10.56397/FMS.2025.03.05
5. Gołaś Z. Decoupling Analysis of Energy-Related Carbon Dioxide Emissions from Economic Growth in Poland. *Energies*, 2023, vol. 16, iss. 9. DOI: 10.3390/en16093784
6. Felbermayr G., Mahlkow H., Sandkamp A. Cutting Through the Value Chain: The Long-Run Effects of Decoupling the East from the West. *Empirica*, 2023, vol. 50, iss. 1, pp. 75–108. EDN: 10.1007/s10663-022-09561-w
7. Hu Z., Gao P., Wang B. et al. Decoupling Study of Municipal Solid Waste Gasification: Effect of Pelletization on Pyrolysis and Gasification of Pyrolytic Char. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2024, vol. 12, iss. 6. DOI: 10.1016/j.jece.2024.114334
8. Pan G., Li X., Pan D. et al. Decoupling Effect and Driving Factors of Carbon Footprint in Megacity Wuhan, Central China. *Ecological Processes*, 2023, vol. 12, iss. 1. EDN: 10.1186/s13717-023-00435-y
9. Wang Z., Hu T., Liu J. Decoupling Economic Growth from Construction Waste Generation: Comparative Analysis between the EU and China. *Journal of Environmental Management*, 2024, vol. 353. DOI: 10.1016/j.jenvman.2024.120144
10. Zhou Y., Hu D., Wang T. et al. Decoupling Effect and Spatial-Temporal Characteristics of Carbon Emissions from Construction Industry in China. *Journal of Cleaner Production*, 2023, vol. 419. EDN: 10.1016/j.jclepro.2023.138243
11. Starodubets N.V., Belik I.S., Alikberova T.T. Sustainability Assessment of the Municipal Solid Waste Management in Russia Using the Decoupling Index. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 2022, vol. 17, iss. 1, pp. 157–163. DOI: 10.18280/ijstdp.170115
12. Alcay A., Montañés A., Simón-Fernández M.-B. Waste Generation and the Economic Cycle in European Countries. Has the Great Recession Decoupled Waste and Economic Development? *Science of the Total Environment*, 2021, vol. 793. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.148585
13. Bian D., Yang X., Lu Yu. et al. Analysis of the Spatiotemporal Patterns and Decoupling Effects of China's Water Resource Spatial Equilibrium. *Environmental Research*, 2023, vol. 216, part 3. EDN: 10.1016/j.envres.2022.114719
14. Dong F., Li J., Huang J. et al. A Reverse Distribution between Synergistic Effect and Economic Development: An Analysis from Industrial SO₂ Decoupling and CO₂ Decoupling. *Environmental Impact Assessment Review*, 2023, vol. 99. DOI: doi.org/10.1016/j.eiar.2023.107037
15. Kurbatova A.I., Savenkova E.V., Roshchin A.V. [System approach to assessing the sustainability of a municipal solid waste management system: analytical review]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Sotsial'no-ekonomicheskie nauki*, 2025, no. 1, pp. 321–331. (In Russ.) EDN: DPUDEV
16. Ryabova T.M., Amerslanova E.Kh. [The main directions in the field of solid municipal waste disposal in the Moscow Region: problems and prospects]. *Sotsiodinamika*, 2022, no. 3, pp. 33–44. (In Russ.) DOI: 10.25136/2409-7144.2022.3.36849 EDN: WHLWEC

17. Vastola A., Viccaro M., Grippo V. et al. The Decoupling Effect in Italian Agricultural Waste: An Empirical Analysis. *Sustainability*, 2023, vol. 15, iss. 24. DOI: 10.3390/su152416596
18. Kurbatova A.I., Savenkova E.V., Abu-Qdais H. [Decoupling index as an indicator of the ecological and economic sustainability of the solid municipal waste management system: case study of Moscow]. *Vestnik Rossiiskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Ekonomika*, 2023, vol. 32, no. 4, pp. 709–724. (In Russ.) DOI: 10.22363/2313-2329-2024-32-4-709-724 EDN: LTTBCD

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.