

Интеграция отработанных карьеров в циркулярную экономику туризма: инновационный подход

Н. И. Рубанова ✉, Н. К. Гудкова, Т. Л. Горбунова

*Институт природно-технических систем, Российская Федерация
(354024, г. Сочи, Курортный пр., 99/18)*

Аннотация. Цель – разработка схемы промышленного симбиоза предприятий разных отраслей в туристической зоне для создания замкнутых технологических циклов, обеспечения безотходности и формирования новых туристских объектов путем ландшафтной реабилитации карьеров с использованием тонкодисперсной фракции отходов добычи известняка в биотехнологических процессах.

Материалы и методы. Исследование проводилось на примере города-курорта Сочи с применением системного подхода и организационно-функционального моделирования. Схема основана на концепции циркулярной экономики и результатах изучения инновационных технологий обращения с отходами.

Результаты и обсуждение. Выявлены предпосылки и проблемы формирования циркулярной экономики туризма. Разработана схема промышленного симбиоза субъектов трех отраслей: отработанного карьера, малых фермерских хозяйств и туристского предприятия, с описанием материальных потоков. Модель интегрирует биотехнологии утилизации отходов добычи известняка и сельхозпроизводства. Показана возможность создания замкнутых циклов, уменьшающих негативное воздействие на среду, поддерживающих местное сельское хозяйство и формирующих новые туристские продукты. Приведены примеры реализованных проектов ландшафтной реабилитации карьеров.

Выводы. Предложенная схема обеспечивает экономические выгоды, экологические и социальные преимущества. Она может служить основой для развития устойчивого и научно-познавательного туризма в районах отработанных карьеров, способствуя экологической безопасности и развитию циркулярной экономики на Черноморском побережье России.

Ключевые слова: циркулярная экономика; промышленный симбиоз; туристская территория; рекультивация карьеров; инновационные биотехнологии; устойчивое развитие территорий

Источник финансирования: исследование выполнено в рамках государственного задания Института природно-технических систем по теме «Фундаментальные и прикладные исследования закономерностей и механизмов формирования региональных изменений природной среды и климата под влиянием глобальных процессов в системе океан-атмосфера» (№ госрегистрации 124013000609-2).

Для цитирования: Рубанова Н. И., Гудкова Н. К., Горбунова Т. Л. Интеграция отработанных карьеров в циркулярную экономику туризма: инновационный подход // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2025, № 3, с. 54-60. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2025/3/54-60>

ВВЕДЕНИЕ

Критическое ухудшение качества природной среды существования человечества ставит под вопрос его выживание даже в ближайшие 100 лет – при условии неизменности принципов и объемов потребления и производства. Одним из способов преодоления этого вызова человечеству является переход от традиционной линейной экономики («извлечение природных ресурсов → производство продукта → потребление продукта → размещение отходов в природной среде») к экономике замкнутого цикла, где то, что считается отходами в линейной экономике, становится активом или ресурсом. Иными словами, переход при планировании жизненного цикла продукта от концепции «от колыбели к могиле» к концепции «от колыбели до колыбели» [1].

Исследования циркулярной экономики туризма касаются, главным образом, вопросов внедрения

циклических бизнес-моделей предоставления услуг в различных секторах туристической индустрии (сектор средств размещения, сектор общественного питания, сектор досуга) [19] в отношении потоков материалов, связанных со строительством, энергетикой, продуктами питания, водой, используемых в индустрии туризма [12, 15]. Таким образом, в основном речь идет об инициативах на микроуровне экономики замкнутого цикла, то есть в рамках одного хозяйствующего субъекта, и инициативы эти предпринимаются в основном для достижения экономических преимуществ, так как в основном связаны с оптимизацией потребления энергии и воды и сокращением отходов, в то время как экологические и социокультурные вопросы рассматриваются редко.

С нашей точки зрения, эколого-экономические интересы индустрии туризма могут быть достигнуты только при условии создания циркулярной экономики

© Рубанова Н. И., Гудкова Н. К., Горбунова Т. Л., 2025.

✉ Гудкова Наталья Константиновна, e-mail: n.k.gud@yandex.ru



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

на мезоуровне [20]. Такой подход часто характеризуется как промышленный симбиоз. В его рамках предприятия разных отраслей, обычно расположенные на одной территории, вступают в сложные взаимосвязи сотрудничества с целью использования отходов и (или) побочных продуктов одного предприятия другим для достижения экономических и экологических выгод [17]. Некоторые исследователи экономики замкнутого цикла мезоуровня полагают, что в полной мере о промышленном симбиозе можно говорить, если как минимум три хозяйствующих субъекта разной отраслевой принадлежности обмениваются как минимум двумя различными ресурсами [13, 14], то есть не признают односторонний линейный обмен в качестве промышленного симбиоза [8].

Серьезным препятствием на пути создания циркулярной экономики в сфере туризма является сложный характер взаимоотношений между подсекторами туризма, развитие которых следует своей собственной логике и зависит от собственных цепочек создания стоимости [18]. Кроме того, в создании туристского продукта участвуют вспомогательные и обеспечивающие отрасли: сельское хозяйство, строительство, добывающая промышленность, транспорт, энергетика и другие. Предприятия этих отраслей, действующие на той же территории, что и туристические объекты, зачастую оказывают негативное воздействие на природную среду курорта.

Большое количество и разнообразие хозяйствующих субъектов, участвующих в создании туристского продукта, является одновременно и вызовом и окном возможностей для внедрения циркулярных инноваций. Так, циркулярные бизнес-модели, изначально разработанные для других отраслей, могут быть успешно адаптированы к туристической сфере. Это означает, что инновационные технологии можно интегрировать в процесс создания туристского продукта, способствуя развитию экономики замкнутого цикла в туризме [16]. Данный аспект очень важен с учетом такой особенности сферы услуг, как высокая зависимость от уровня инновационной активности производственной сферы [6]. В свою очередь, туристический сектор способен инициировать кругооборот ресурсов и продуктов, встраиваясь в систему устойчивого управления ресурсами дестинации или ресурсами региона. Такое взаимодействие создает синергетический эффект, усиливая положительное влияние на экономику и экологию территории [18].

Цель данной работы – на основе результатов исследования, адаптации и апробации инновационных технологий в сфере обращения с отходами первичного сектора экономики сформировать принципиальную схему промышленного симбиоза предприятий разной отраслевой принадлежности, ведущих свою деятельность на территории туристской специализации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование возможных схем промышленного симбиоза в рамках циркулярной экономики туристской территории проводилось на примере города-курорта Сочи как наиболее крупной туристской дестинации

нашей страны, включающей как морской, так и горный кластер. В прибрежной полосе «Туапсе – Адлер» разведано более 20 известняковых месторождений, значительная часть которых к настоящему времени разработана.

В качестве методологической основы исследования использовался системный подход и организационно-функциональное моделирование.

На предыдущих этапах исследования было показано, что тонкодисперсная фракция отходов, возникающая при добыче и дроблении известняка и оказывающая наиболее негативное воздействие на природную среду, обладает потенциалом для повторного применения в биотехнологических процессах [11]. Эти отходы могут быть эффективным субстратом или стимулятором роста для некоторых биокультур (например, микроводоросли *Chlorella vulgaris*), а также в качестве субстрата (в чистом виде или в смеси, а также в сочетании с биологизацией с помощью суспензии микроводорослей) для выращивания растений, так как в ее состав входят вещества, содержащие кальций и магний, стимулирующие рост фотосинтезирующих клеток [2, 3]. Продемонстрированы и доказаны практическая возможность, а также реальная экологическая ценность и экономические преимущества встраивания инновационных методов использования микроводоросли *Chlorella vulgaris* в комплексные процессы малого крестьянского подворья: переработку побочных продуктов животноводства, выращивание сельскохозяйственных культур и птицы, с получением безопасной, экологически приемлемой или органической продукции растениеводства и птицеводства [5].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Предлагаемая принципиальная схема промышленного симбиоза предприятий туристской территории (рис.) замыкает технологические циклы с целью обеспечения безотходности в рамках промышленного симбиоза хозяйствующих субъектов трех различных отраслей: отработанного карьера по добыче известняка, малых фермерских хозяйств и предприятия, создающего и эксплуатирующего туристский объект как результат рекультивации и ландшафтной реабилитации отработанного карьера. Она представляет собой визуализацию цепочек «сырьевые ресурсы первого субъекта – производство – производственные отходы первого субъекта – вторичные ресурсы для вовлечения в производство вторым субъектом – потребление отходов вторым субъектом» [9].

Стрелки, выделенные на схеме красным (см. рис.), относятся к звеньям инновационного цикла обращения с отходами первичного сектора экономики, ранее обоснованным авторами теоретически и практически. Более подробное описание содержания материальных потоков или создаваемых материальных условий, направлений их использования или получаемых выгод в предлагаемой схеме промышленного симбиоза представлено в таблице.

Содержание материальных потоков и их применение в предлагаемой принципиальной схеме
промышленного симбиоза предприятий туристской территории

[Table. The content of material flows and their application in the proposed basic scheme
of industrial symbiosis of enterprises in the tourist area]

| Производитель / The manufacturer | Реципиент / The recipient | Тип продукта / Product Type | Наименование продукта / Product Name | Использование/выгоды в рамках промышленного симбиоза / Use/benefits within the framework of industrial symbiosis |
|---|--|---|--|---|
| Карьер / Quarry | Карьер | Отходы | Тонкодисперсные отходы добычи известняка | Основа для создания искусственного субстрата для биологической рекультивации карьера |
| | Фермерское хозяйство | Отходы | | Улучшение почв (известкование), стимуляторы роста растений и микроводорослей |
| | Туристское предприятие (сектор досуга) | Техно-генез | Техногенный ландшафт со значительными перепадами высот и необычным рельефом | Основа для создания туристского объекта в результате ландшафтной реабилитации карьера (геопластики) |
| Фермерское хозяйство / Farming | Карьер | Результат переработки побочных продуктов животноводства | Органические удобрения, стимуляторы, подкормки – различные продукты из микроводоросли хлореллы, компост, – как результат биологической переработки органических отходов животноводства | Формирование продуктивных земель в процессе биологической рекультивации карьера |
| | Фермерское хозяйство | | | Выращивание безопасной, экологически приемлемой или органической продукции растениеводства и птицеводства |
| | Туристское предприятие (сектор досуга) | Основной продукт | Безопасная, экологически приемлемая или органическая продукция растениеводства и птицеводства | Питание туристов, посещающих туристский объект, созданный в результате рекультивации и ландшафтной реабилитации карьера. Реализация концепции кухни нулевого километра |
| Туристское предприятие – объект туристского показа, созданный в результате ландшафтной реабилитации карьера / A tourist enterprise is an object of tourist display created as a result of landscape rehabilitation of a quarry | Карьер | Побочный эффект | Уменьшение экологических платежей за счет выполнения требований природоохранного законодательства в сфере обращения отходов промышленности строительных материалов | Минимизация негативного воздействия последствий добычи полезных ископаемых для промышленности строительных материалов открытым способом на природную среду туристской территории |
| | Фермерское хозяйство | Отходы | Пищевые отходы питания туристов | Органические удобрения, стимуляторы, подкормки – различные продукты из микроводоросли хлореллы, компост, – как результат биологической переработки пищевых отходов питания туристов |
| | Туристское предприятие (сектор досуга) | | Объект туристского показа, созданный в результате рекультивации и ландшафтной реабилитации карьера с применением природоподобных технологий утилизации отходов | Привлечение туристов, реализация сложного туристского продукта, в том числе продукта научно-познавательного туризма, агротуризма |

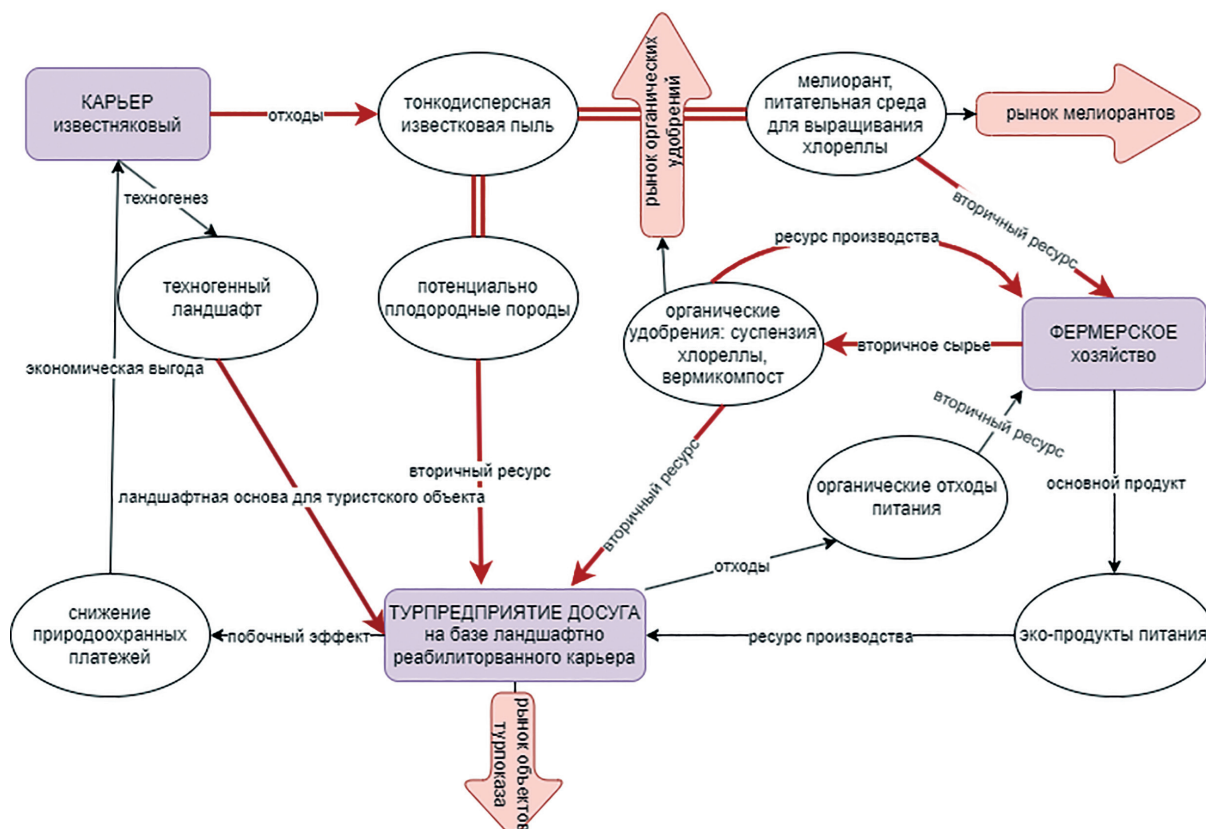


Рис. Схема промышленного симбиоза предприятий, действующих на туристской территории
[Fig. Scheme of the industrial symbiosis of enterprises operating in the tourist area]

Приведем ряд примеров мирового и отечественного опыта создания туристских объектов в результате ландшафтной реабилитации известняковых карьеров.

В Китае реализован примечательный проект по рекультивации известнякового карьера в городе Нанкин провинции Цзянсу¹. Общая площадь месторождения составляет почти 3,5 кв. км, добыча известняка на этой территории велась с 50-х гг. прошлого столетия. После окончания разработки часть месторождения была заболочена, но сохранились здания старых цементных заводов. В 2018 г. администрация провинции Цзянсу приняла решение о том, что город Нанкин создаст на этом месте садово-парковый комплекс, в котором планировалось проведение в 2021 г. 11-й Выставки садоводства. Задачей чиновников, архитекторов и экологов стало восстановление природы и превращение неработающих предприятий в современные инфраструктурные объекты. В проекте были использованы элементы традиционной китайской городской и садовой архитектуры, поэтому новый садовый комплекс оказался гармонично вписан в окружающий ландшафт. Бывшие помещения цементного завода превратились в музеи, а ступенчатые

обрывы карьеров – в зрительные залы. Небольшой поезд, изначально предназначенный для транспортировки известняка, теперь перевозит посетителей для осмотра новых объектов туризма.

В Воронежской области воплощен в жизнь проект по ландшафтной реабилитации карьера в рекреационных целях. Добыча мела велась открытым способом до конца 1985 г., затем работы по добыче были прекращены, остался техногенный ландшафт в виде глубокого котлована и живописных скал-башен – результата неудачного взрыва породы. В 2003 г. местные предприниматели создали на этой территории развлекательные центры под общим названием «Белый колодец», в том числе: квест-парк, водные аттракционы, таверна, мини-зоопарки, спорткомплекс, где проводят спортивные сборы всероссийского уровня, а также глэмпинг на берегу озера, который в 2022 г. был удостоен Национальной гостиничной премии, а также одержал победу в номинации «Лучший быстровозводимый отель из дерева» премии ARXIWOOD^{2, 3}.

Интересен опыт по созданию палеонтологических парков в известняковых карьерах. Например, в Пути-

¹ Заброшенный рудник в Нанкине превратился в цветущий садовый комплекс // Журнал «Жэньминь жибао» он-лайн. – URL: <http://russian.people.com.cn/n3/2021/0419/c31516-9840535-9.html> (дата обращения: 21.11.2023). – Текст: электронный.

² Побывать в Белом колодце // MTC Travel. Путеводители. – URL: https://travel.mts.ru/media/guides/voronezhskaya-oblast/pobyvat-v-belom-kolodce?utm_referrer=https%3A%2F%2Fya.ru%2F (дата обращения: 21.11.2023). – Текст: электронный.

³ Белый колодец. Как заброшенный карьер стал модным местом развлечений и что будет, если его снова начнут разрабатывать? // Канал AnavginTrip. Путешествия как состояние души. 13 января 2021 г. – URL: <https://dzen.ru/a/X9mldrEaTwK3NT5o> (дата обращения: 21.11.2023). – Текст: электронный.

ловском карьере Ленинградской области, на территории горнодобывающего предприятия «Кампес», в июне 2022 г. открылся первый в России палеонтологический парк (палеопарк «Путилово»). Известняковые карьеры Черноморского побережья Краснодарского края, где завершены работы по добыче полезных ископаемых, также имеют прекрасные перспективы для развития рекреации и научно-познавательного туризма путем создания палеопарков [7].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемая принципиальная схема циркулярной экономики туризма имеет следующие преимущества.

Экологические: 1) минимизация негативного воздействия отходов добычи и дробления известняка на окружающую среду, особенно тонкодисперсных; 2) сокращение отходов других участников путем их включения в «восходящие циклы» переработки [4, 10], повышающие ценность отходов за счет применения знаний и творчества.

Экономические: 1) формирование нового уникального туристского продукта на базе рекультивированного техногенного ландшафта; 2) создание рынка сбыта продукции малых фермерских хозяйств, выращенной с использованием передовых биотехнологий; 3) увеличение объема производства с наименьшими затратами ресурсов.

Социальные: 1) создание новых рабочих мест, в том числе высококвалифицированных; 2) восстановление безопасной и комфортной природной среды обитания; 3) возрождение традиционных видов деятельности с использованием современных методов.

Предлагаемая схема промышленного симбиоза предприятий туристской территории может стать основой для развития устойчивого и научно-познавательного туризма в районах отработанных карьеров по добыче полезных ископаемых. Исследования в этой области особенно важны для обеспечения экологической безопасности и развития циклической экономики на Черноморском побережье России. На основе предложенного в работе системного подхода, основанного на принципах циркулярной экономики, целесообразно создание полигона (пилотного проекта) на отработанном карьере по добыче известняка для тестирования инновационных природоподобных технологий в предлагаемой схеме, что позволит сформировать модельное решение для применения в других регионах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Браунгарт М., МакДонах У. *От колыбели до колыбели*. Издательство Ad Marginem, 2020. 208 с.
2. Возможности и предпосылки утилизации отходов карьеров на Черноморском побережье с использованием биологических методов / А. Л. Туманова, Н. К. Гудкова, Т. Л. Горбунова, Е. Р. Пачулия // *Успехи современного естествознания*, 2019, № 10, с. 120-125.
3. Горбунова Т. Л., Гудкова Н. К., Рубанова Н. И. Использование мелиорантов на основе тонкодисперсной фракции отходов известняковых карьеров и микроводоросли *Chlorella vulgaris* в замкнутом цикле обращения с отходами

первичного сектора экономики // *Природообустройство*, 2025, № 2, с. 50-59.

4. Гудкова Н. К., Рубанова Н. И., Горбунова Т. Л. Возможности использования отходов известняковых карьеров в циркулярной экономике // *Материалы второй международной научно-практической конференции: тезисы докладов «Региональное сотрудничество БРИКС: современные проблемы экологии и природопользования»*, 2024, с. 77-78.

5. Использование культуры микроводоросли *Chlorella vulgaris* в безотходном цикле производства первичной продукции традиционного крестьянского хозяйства с целью обеспечения его эффективности и экологичности, повышения уровня здоровья населения / Т. Л. Горбунова, Н. К. Гудкова, А. Л. Туманова, Н. И. Матова // *Технологии живых систем*, 2022, т. 19, № 3, с. 73-81.

6. Мишулина С. И. Экологические инновации в индустрии туризма // *Материалы I Международной научной конференции «Актуальные направления сбалансированного развития горных территорий в контексте междисциплинарного подхода»*, 2019, с. 246-252.

7. Рубанова Н. И., Гудкова Н. К., Горбунова Т. Л. Креативная индустрия в действии: циркулярная экономика и преобразование нарушенных территорий в уникальные туристические объекты // *Материалы I Международной научной конференции «Творчество и бизнес»*, 2024, с. 18-22.

8. Титова Н. Ю. Промышленный симбиоз в условиях циркулярной экономики // *Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика*, 2021, № 4, с. 44-50.

9. Фокина И. И., Герцик Ю. Г. Анализ понятия промышленного симбиоза для создания циркулярной бизнес-модели // *Лидерство и менеджмент*, 2023, т. 10, № 4, с. 1175-1192.

10. Фонтана К. А., Ерзнкян Б. А. Экономика замкнутого цикла – циркулярные образы будущего // *Экономическая наука современной России*, 2023, № 3 (102), с. 32-46.

11. Annandale J. M., Gorbunova T. L., Gudkova N. K. Process water and waste management in open cast quarries and the possibility of fine sediments rational use // *Sustainable Development of Mountain Territories*, 2021, vol. 13, no. 1 (47), pp. 7-15.

12. Axhami M., Ndou V., Milo V., Scorrano P. Creating Value via the Circular Economy: Practices in the Tourism Sector // *Administrative Sciences*, 2023, 13 (7):166.

13. Baas L. Planning and uncovering industrial symbiosis: Comparing the Rotterdam and Netherlands regions // *Business Strategy and the Environment*, 2011, 20, pp. 428-440.

14. Branson R. Re-constructing Kalundborg: the reality of bilateral symbiosis and other insights // *Journal of Cleaner Production*, 2016, no. 112, 4344-4352.

15. Circular economy and sustainability in the tourism industry: critical analysis of integrated solutions and good practices in European and Chinese case studies / K. Li, G. Cipolletta, C. Andreola, A. Eusebi, B. Kulaga, S. Cardinali, F. Fatone // *Environment, Development and Sustainability*, 2024, vol. 26, pp. 16461-16482.

16. Destination: A Circular Tourism Economy: A Handbook for Transitioning toward a Circular Economy with in the Tourism and Hospitality Sectors in the South Baltic Region / M. Jesper, K. T. Larsen, R. B. Broegaard, E. Holland // *Project Mac-CIRTOINNO*, 2017. Nexø: Centre for Regional & Tourism Research (CRT). 158 p.

17. Fraccascia L., Giannoccaro I. What, where, and how measuring industrial symbiosis: A reasoned taxonomy of relevant indicators // *Resources, Conservation and Recycling*, 2020, no. 157: 104799.

18. Mishulina S. I. Circular tourism concept model // *Services in Russia and Abroad*, 2023, vol. 17, no. 7 (109), pp. 5-18.

19. Santos Peñate D., Suárez-Vega R., Nuez C. A Location-allocation Model for Bio-waste Management in the Hospitality Sector // *Networks and Spatial Economics*, 2023, 23 (3):1-29.

20. Towards a transformative model of circular economy for SMEs / B. Zhu, M. Nguyen, Siri N. Sarm, A. Malik // *Journal of Business Research, Elsevier*, 2022, vol. 144 (C), pp. 545-555.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию: 12.08.2024

Принята к публикации: 01.09.2025

UDC 502.171

DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2025/3/54-60>

ISSN 1609-0683

Integration of Spent Quarries into the Circular Economy of Tourism: an Innovative Approach

N. I. Rubanova ✉, N. K. Gudkova, T. L. Gorbunova

*Institute of Natural and Engineering Systems, Russian Federation
(99/18, Kurortny Ave., Sochi, 354024)*

Abstract. The purpose is to develop a scheme of industrial symbiosis of enterprises of different industries in the tourist area to create closed technological cycles, ensure waste-free and form new tourist sites through landscape rehabilitation of quarries using a fine fraction of limestone mining waste in biotechnological processes.

Materials and methods. The study was conducted on the example of the resort city of Sochi using a systematic approach and organizational and functional modeling. The scheme is based on the concept of a circular economy and the results of the study of innovative waste management technologies.

Results and discussion. The prerequisites and problems of the formation of a circular economy of tourism are revealed. The scheme of industrial symbiosis of subjects of three industries has been developed: a spent quarry, small farms and a tourist enterprise, with a description of material flows. The model integrates biotechnologies for the disposal of limestone mining waste and agricultural production. The possibility of creating closed cycles that reduce the negative impact on the environment, support local agriculture and form new tourist products is shown. Examples of implemented projects of landscape rehabilitation of quarries are given.

Conclusions. The proposed scheme provides economic, environmental and social benefits. It can serve as a basis for the development of sustainable and scientific- educational tourism in the areas of spent quarries, contributing to environmental safety and the development of a circular economy on the Black Sea coast of Russia.

Key words: circular economy; industrial symbiosis; tourist territory; reclamation of quarries; innovative biotechnologies; sustainable development of territories

Funding: the research was carried out within the framework of the state assignment of the Institute of Natural and Engineering Systems on the theme «Fundamental and applied research of patterns and mechanisms of formation of regional changes in the natural environment and climate under the influence of global processes in the ocean-atmosphere system» (state registration No. 124013000609-2).

For citation: Rubanova N. I., Gudkova N. K., Gorbunova T. L. Integration of Spent Quarries into the Circular Economy of Tourism: an Innovative Approach. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografia. Geoekologia*, 2025, no. 3, p. 54-60 (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2025/3/54-60>

REFERENCES

1. Braungart M., MakDonah U. *Ot kolybeli do kolybeli* [From cradle to cradle]. Izdatel'stvo Ad Marginem, 2020. 208 p. (In Russ.)
2. Vozможности i predposylki utilizatsii othodov kar'еров na Chernomorskom poberezh'e s ispol'zovaniem biologicheskikh metodov [Possibilities and prerequisites for the disposal of quarry waste on the Black Sea coast using biological methods] / A. L. Tumanova, N. K. Gudkova, T. L. Gorbunova, E. R. Pachulija. *Uspehi sovremennogo estestvoznaniya*, 2019, no. 10, pp. 120-125. (In Russ.)
3. Gorbunova T. L., Gudkova N. K., Rubanova N. I. Ispol'zovanie meliorantov na osnove tonkodispersnoj frakcii othodov izvestnjakovykh kar'еров i mikrovdorosli *Chlorella vulgaris* v zamknutom cikle obrashheniya s othodami pervichnogo sektora

jekonomiki [The use of a complex of fine fractions of limestone quarry waste and *Chlorella vulgaris* microalgae in a closed cycle of waste management in the primary sector of the economy]. *Prirodoobustrojstvo*, 2025, no. 2, pp. 50-59. (In Russ.)

4. Gudkova N. K., Rubanova N. I., Gorbunova T. L. Vozможности ispol'zovaniya othodov izvestnjakovykh kar'еров v cirkul'arnoj jekonomike [Possibilities of using limestone quarry waste in a circular economy]. *Materialy vtoroj mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii: tezisy dokladov «Regional'noe sotrudnichestvo BRIKS: sovremennye problemy ekologii i prirodoopol'zovaniya»*, 2024, pp. 77-78. (In Russ.)

5. Ispol'zovanie kul'tury mikrovdorosli *Chlorella vulgaris* v bezothodnom cikle proizvodstva pervichnoj produkcii tradi-

© Rubanova N. I., Gudkova N. K., Gorbunova T. L., 2025

✉ Natalia I. Rubanova, e-mail: lelj06@yandex.ru



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

cionnogo krest'janskogo hozjajstva s cel'ju obespechenija ego jeffektivnosti i jekologichnosti, povyshenija urovnja zdorov'ja naselenija [The use of *Chlorella vulgaris* microalgae culture in the waste-free cycle of primary production of traditional peasant farming in order to ensure its efficiency and environmental friendliness, and improve public health] / T.L. Gorbunova, N.K. Gudkova, A.L. Tumanova, N.I. Matova. *Tehnologii zhivyh sistem*, 2022, vol. 19, no. 3, pp. 73-81. (In Russ.)

6. Mishulina S.I. Jekologicheskie innovacii v industrii turizma [Environmental innovations in the tourism industry]. *Materialy I Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «Aktual'nye napravlenija sbalansirovannogo razvitiya gornyh territorij v kontekste mezhdisciplinarnogo podhoda»*, 2019, pp. 246-252. (In Russ.)

7. Rubanova N.I., Gudkova N.K., Gorbunova T.L. Kreativnaja industrija v dejstvii: cirkuljarnaja jekonomika i preobrazovanie narushennyh territorij v unikal'nye turisticheckie ob'ekty [The creative industry in action: circular economy and transformation of disturbed territories into unique tourist sites]. *Materialy I Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «Tvorchestvo i biznes»*, 2024, pp. 18-22. (In Russ.)

8. Titova N.Ju. Promyshlennyj simbioz v uslovijah cirkuljarnoj jekonomiki [Industrial symbiosis in a circular economy]. *Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. Serija: Jekonomika*, 2021, no. 4, pp. 44-50. (In Russ.)

9. Fokina I.I., Gercik Ju. G. Analiz ponjatija promyshlennogo simbioza dlja sozdaniya cirkuljarnoj biznes-modeli [Analysis of the concept of industrial symbiosis to create a circular business model]. *Liderstvo i menedzhment*, 2023, vol. 10, no. 4, pp. 1175-1192. (In Russ.)

10. Fontana K.A., Erznkjan B.A. Jekonomika zamknutogo cikla – cirkuljarnye obrazy budushhego [Closed-loop economics – circular images of the future]. *Jekonomicheskaja nauka sovremennoj Rossii*, 2023, no. 3 (102), pp. 32-46. (In Russ.)

11. Annandale J.M., Gorbunova T.L., Gudkova N.K. Process water and waste management in open cast quarries and the possibility of fine sediments rational use. *Sustainable Development of Mountain Territories*, 2021, vol. 13, no. 1 (47), pp. 7-15.

12. Axhami M., Ndou V., Milo V., Scorrano P. Creating Value via the Circular Economy: Practices in the Tourism Sector. *Administrative Sciences*, 2023, 13 (7):166.

13. Baas L. Planning and uncovering industrial symbiosis: Comparing the Rotterdam and Netherlands regions. *Business Strategy and the Environment*, 2011, 20, pp. 428-440.

14. Branson R. Re-constructing Kalundborg: the reality of bilateral symbiosis and other insights. *Journal of Cleaner Production*, 2016, no. 112, 4344-4352.

15. Circular economy and sustainability in the tourism industry: critical analysis of integrated solutions and good practices in European and Chinese case studies / K. Li, G. Cipolletta, C. Andreola, A. Eusebi, B. Kulaga, S. Cardinali, F. Fatone. *Environment, Development and Sustainability*, 2024, vol. 26, pp. 16461-16482.

16. Destination: A Circular Tourism Economy: A Handbook for Transitioning toward a Circular Economy with in the Tourism and Hospitality Sectors in the South Baltic Region / M. Jesper, K.T. Larsen, R.B. Broegaard, E. Holland. *Project Mac-CIRTOINNO*, 2017. Nexø: Centre for Regional & Tourism Research (CRT). 158 p.

17. Fraccascia L., Giannoccaro I. What, where, and how measuring industrial symbiosis: A reasoned taxonomy of relevant indicators. *Resources, Conservation and Recycling*, 2020, no. 157: 104799.

18. Mishulina S.I. Circular tourism concept model. *Services in Russia and Abroad*, 2023, vol. 17, no. 7 (109), pp. 5-18.

19. Santos Peñate D., Suárez-Vega R., Nuez C. A Location-allocation Model for Bio-waste Management in the Hospitality Sector. *Networks and Spatial Economics*, 2023, 23 (3):1-29.

20. Towards a transformative model of circular economy for SMEs / B. Zhu, M. Nguyen, Siri N. Sarm, A. Malik. *Journal of Business Research, Elsevier*, 2022, vol. 144 (C), pp. 545-555.

Conflict of interests: The authors declare no information of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Received: 12.08.2024

Accepted: 01.09.2025

Рубанова Наталья Ивановна

Кандидат экономических наук, старший научный сотрудник лаборатории экономики природопользования и экологии Института природно-технических систем, г. Сочи, Российская Федерация, ORCID: 0000-0001-6084-6233, e-mail: lel06@yandex.ru

Гудкова Наталья Константиновна

Кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории экономики природопользования и экологии Института природно-технических систем, г. Сочи, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-3299-7701, e-mail: n.k.gud@yandex.ru

Горбунова Татьяна Львовна

Научный сотрудник лаборатории экономики природопользования и экологии Института природно-технических систем, г. Сочи, Российская Федерация, ORCID: 0000-0003-3699-7159, e-mail: tatianashaw@mail.ru

Natalia I. Rubanova

Cand. Sci. (Econ.), Senior Researcher at the Laboratory of Environmental Economics and Ecology, Institute of Natural and Engineering Systems, Sochi, Russian Federation, ORCID: 0000-0001-6084-6233, e-mail: lel06@yandex.ru

Natalia K. Gudkova

Cand. Sci. (Geol.-Miner.), Senior Researcher at the Laboratory of Environmental Economics and Ecology, Institute of Natural and Engineering Systems, Sochi, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-3299-7701, e-mail: n.k.gud@yandex.ru

Tatyana L. Gorbunova

Researcher at the Laboratory of Environmental Economics and Ecology, Institute of Natural and Engineering Systems, Sochi, Russian Federation, ORCID: 0000-0003-3699-7159, e-mail: tatianashaw@mail.ru