

DEVELOPMENT OF CIRCULAR ECONOMY IN THE CONTEXT OF THE COVID-19 PANDEMIC: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES

Anatolii Kucher

Corresponding Member at Academy of Economic Sciences of Ukraine

Doctor of Economic Sciences, PhD, Senior Researcher

Professor of Department of Ecology and Environmental Management

V. N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine

Lesia Kucher

Doctor of Economic Sciences, Senior Researcher

Associate Professor of Department of Global Economics

State Biotechnology University, Ukraine

Introduction. The relevance of the study lies in the fact that the transition to a circular economy is at an early stage even in the most developed countries of the world. Despite the fact that the Government of Ukraine is actively working to transform the national economy towards carbon-neutral development and the transition to a circular model, the country is not among the leaders in terms of the implementation of the circular economy and sustainable use of natural resources.

Purpose. The purpose of the paper is to highlight the results of a theoretical review of modern publications on the challenges and opportunities for the development of a circular economy in the context of the COVID-19 pandemic.

Methodology. To achieve this goal, the study used different methods: analysis and synthesis, bibliometric analysis, abstract-logical, monographic. As the main material for this study, we used data from the Scopus database regarding publications on the topic of the circular economy in the context of COVID-19.

Results. Based on a study of 25 documents on the circular economy in the context of COVID-19, indexed in Scopus, in such areas of analysis as the number of publications, leading countries and leading organizations in publication activity, type of documents, sphere of knowledge, activity of authors, the bibliometric field is characterized this problem. The publication activity of the authors and the most relevant articles are analyzed. Priority areas for studying the challenges and opportunities for the development of the circular economy in the context of COVID-19 have been identified.

Originality. For the first time, an attempt was made to carry out a systematic theoretical analysis of world publications on the circular economy in the context of the COVID-19 pandemic, which made it possible to determine the current state of scientific support for this problem and determine the priority research areas for the future.

Practical value. The practical value lies in the fact that the obtained results can be used to make political decisions to improve the system of scientific support for the development of a circular economy in the context of the COVID-19 pandemic at the international, national and regional levels.

Key words: circular economy; COVID-19 pandemic; sustainable development; bibliometric analysis.

РАЗВИТИЕ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ COVID-19: ВЫЗОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ

Анатолий Кучер

*член-корреспондента Академии экономических наук Украины
доктор экономических наук, PhD, старший исследователь
профессор кафедры экологии и менеджмента окружающей среды
Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина, Украина*

Леся Кучер

*доктор экономических наук, доцент кафедры глобальной экономики
Государственный биотехнологический университет, Украина*

Введение. Актуальность исследования заключается в том, что переход к циркулярной экономике находится на ранней стадии даже в наиболее развитых странах мира. Так, по состоянию на начало 2021 г. экономика мира состояла только из 8,6% циркулярной по сравнению с 9,1% два года назад (Prasek, 2021). На этот спад влияют системы, оптимизированные преимущественно для линейного производства и потребления. Концепция циркулярной экономики становится особенно важной из-за постоянного увеличения потребления и использования ресурсов быстрорастущим населением. Это новая экономическая модель, представляющая идею устойчивого прогресса в направлении эффективного зеленого роста. Несмотря на то, что циркулярность четко обозначена в повестке общемировой величины, отчет о пробелах в достижении целей циркулярной экономики (Circularity Gap Report) за 2020 г. обнаружил, что циркулярность мира идет в противоположном направлении (Prasek, 2021). Несмотря на то, что Правительство Украины работает над трансформацией национальной экономики в направлении углеродно-нейтрального развития и перехода к циркулярной модели, страна не входит в число лидеров по уровню имплементации циркулярной экономики и устойчивого использования природных ресурсов.

Результаты анализа последних исследований и публикаций свидетельствуют о том, что различные аспекты развития циркулярной экономики в условиях пандемии COVID-19 изучают Barone и др. (2021), Ibn-Mohammed и др. (2021), Nandi и др. (2021), Neumeier и др. (2020), Sharma и др. (2021), Su и Urban (2021), Vanapalli и др. (2021), Wuys и др. (2020). Вместе с тем, нам не известны систематические обзоры и библиометрический анализ новейших публикаций по проблеме вызовов и возможностей развития циркулярной экономики в условиях пандемии COVID-19.

Материал и методы. Целью статьи является освещение результатов теоретического обзора современных публикаций касательно вызовов и возможностей развития циркулярной экономики в условиях пандемии COVID-19. Для достижения поставленной цели в исследовании использовались разные методы: анализ и синтез, библиометрический анализ, абстрактно-логический, монографический. В качестве основного материала для этого исследования использованы данные базы Scopus касательно публикаций по тематике циркулярной экономики в контексте COVID-19.

Результаты и обсуждение. Анализ публикационной активности по базе Scopus показал, что всего за 2020–2021 гг. в Scopus по состоянию на 15.11.2021 г. проиндексировано 25 опубликованных документов, содержащих фразу «circular economics and COVID 19» в названии, аннотации и/или ключевых словах (TITLE-ABS-KEY). Большинство из них (21 документ) опубликованы в 2021 г.

Мировыми лидерами по количеству публикаций являются Малайзия, США, Индия (по 4 работы или по 16% от общего объема), Япония, Англия (по 3 работы или по 12%), Австралия, Бельгия, Китай, Финляндия, Испания (по 2 работы или по 8%) (рис. 1). Характерно, что ни украинские ученые, ни болгарские ученые не опубликовали ни одной работы касательно вызовов и возможностей развития циркулярной экономики в условиях пандемии COVID-19, которая была бы проиндексирована в этой базе.

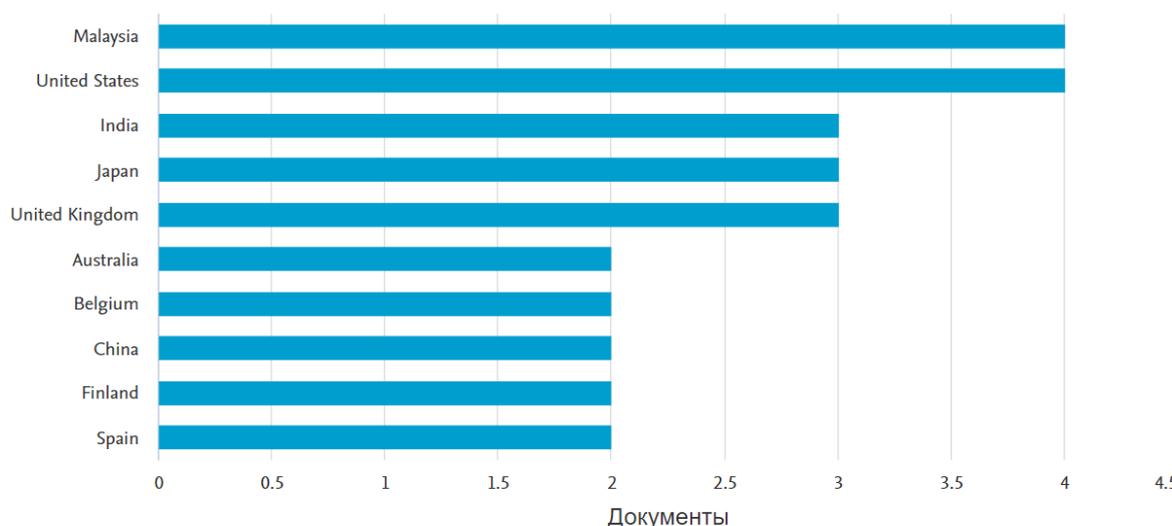


Рис. 1. ТОП-10 стран мира по количеству проиндексированных в Scopus публикаций, содержащих в названии, аннотации, ключевых словах фразу «circular economics and COVID 19», 2020–2021 гг.

Источник: построено на основе базы Scopus.

Анализ ТОП-10 организаций мира по количеству проиндексированных в Scopus публикаций, содержащих в названии, аннотации и ключевых словах термин «circular economics and COVID 19» (рис. 2) свидетельствует, что представители Университета Шеффилда (The University of Sheffield) опубликовали три документа; представители еще трех университетов/научных центров (Universiti Kebangsaan Malaysia; Indian Institute of Technology Kharagpur; The University of Nottingham Malaysia Campus) опубликовали по две работы, остальные – по одному документу. Таким образом, Университет Шеффилда (Англия) проявил наибольшую активность в исследовании рассматриваемой проблемы.

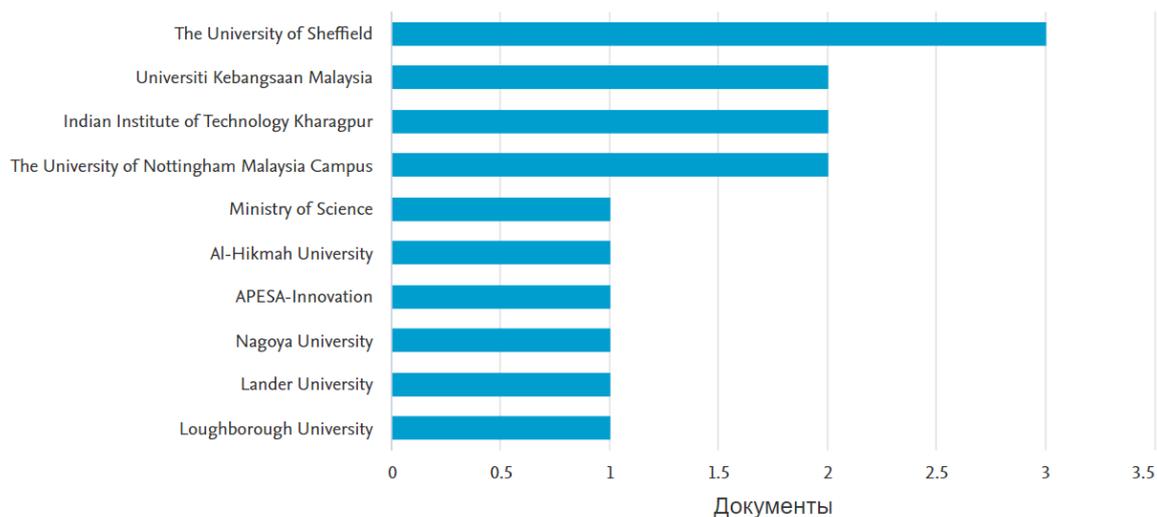


Рис. 2. ТОП-10 организаций мира по количеству проиндексированных в Scopus публикаций, содержащих в названии, аннотации, ключевых словах фразу «circular economics and COVID 19», 2020–2021 гг.

Источник: построено на основе базы Scopus.

Анализ по типу документов свидетельствует, что более трех четвертых (84,0%) работ опубликовано в форме статей; 11,3% – рецензии (обзоры); 4,0% – конференционные материалы (рис. 3а). Результаты анализа документов по отраслям знаний (рис. 3б) указывают, что проблему вызовов и возможностей развития циркулярной экономики в условиях пандемии COVID-19 исследуют с позиции разных наук. Больше всего документов опубликовано по профилю наук об окружающей среде (23,8%), инженерии (17,5%), энергетики (11,1%), несколько меньше – в сфере бизнеса, менеджмента и учета (6,3%) компьютерных наук (6,3%), в области экономики, эконометрики и финансов (6,3%). Таким образом, в мире проблему вызовов и возможностей развития циркулярной экономики в условиях пандемии COVID-19 исследуют преимущественно с позиции наук об окружающей среде, инженерии, энергетики, бизнеса, менеджмента, учета, компьютерных наук, экономики, эконометрики и финансов (совместно 71,3%). В целом, на экономические науки приходилось 12,6% мирового объема публикаций. В то же время 12,7% публикаций относятся к категории «другие науки», что в совокупности указывает на междисциплинарный характер исследований вызовов и возможностей развития циркулярной экономики в условиях пандемии COVID-19 в мире. Отметим, что подобное распределение работ по отрасли знаний характерно и для исследований циркулярной экономики в целом. Установлено, что в число ТОП-5 ученых мира, опубликовавших по два документа по развитию циркулярной экономики в условиях пандемии COVID-19, проиндексированных в Scopus, относятся следующие: J. Bhattacharya, B. Dubey, B. Samal, H. Sharma, K. Vanapalli.

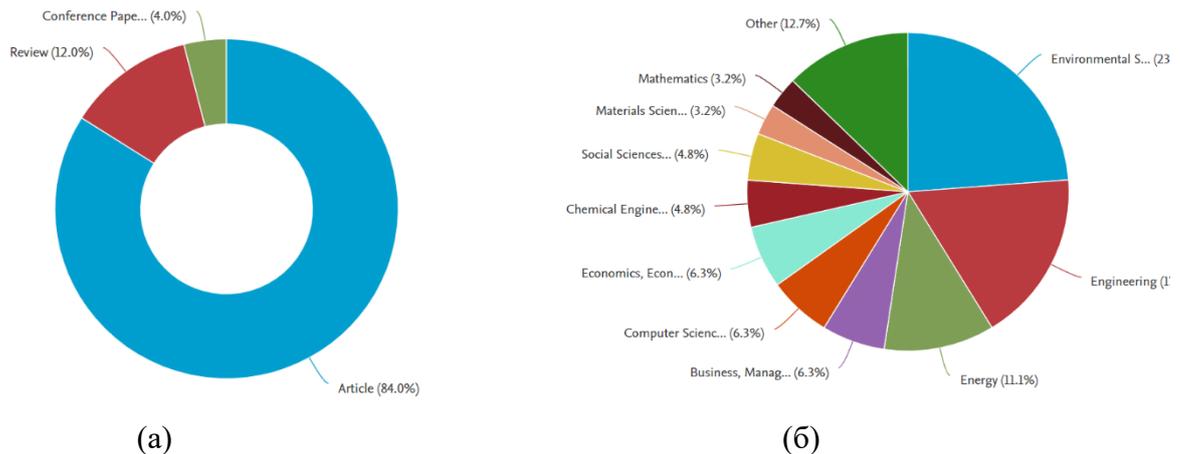


Рис. 3. Структура распределения проиндексированных в Scopus документов по типу (а) и по отрасли знаний (б), содержащих в названии, аннотации, ключевых словах фразу «circular economics and COVID 19», 2020–2021 гг.

Источник: построено на основе базы Scopus.

Результаты содержательного анализа сформированной выборки публикаций показали, что не все они напрямую связаны с развитием циркулярной экономики в условиях пандемии COVID-19. Так, Abdul-Hamid и др. (2021) обосновали драйверы индустрии 4.0 в экономике замкнутого цикла на примере производства пальмового масла в Малайзии. Это исследование определяет 17 критериев в группе причин и 13 критериев в группе воздействия. В частности, информация для практиков, кибербезопасность, улучшение в реальном времени, экономическая привлекательность, законы и политика, а также рекуперация энергии являются наиболее мощными критериями, которые могут влиять на другие критерии, особенно в группе воздействия (Abdul-Hamid и др., 2021). Главным вызовом в этой работе обозначено неопределенные условия развития циркулярной экономики в связи пандемией COVID-19.

Латвийские ученые рассматривают вызовы текстильной промышленности в рамках круговой экономики и приходят к выводу, что содействие социальному предпринимательству в текстильной сфере, поскольку индустрия моды в целом оценивается как вторая отрасль, загрязняющая окружающую среду, сразу после нефтяной, позволяет одновременно достичь ряда целей, включая, но не ограничиваясь, сокращение объема текстильных отходов, увеличение вторичной переработки и переход к экономике замкнутого цикла (Atstja и др., 2021).

Varone др. (2021) считают, что разработка биоразлагаемой упаковки на основе продуктов агропромышленного производства и побочных продуктов может превратить отходы в продукты с высокой добавленной стоимостью и сократить использование традиционной невозобновляемой упаковки. Интерес к потенциальной гигиенически-санитарной пользе этих упаковок усилился во время пандемии COVID-19, что сделало население более осведомленным о важной роли упаковки для защиты и сохранения пищевых продуктов. По оценкам Varone др. (2021), сценарий пандемии расширил рынок упаковки для пищевых продуктов из-за изменения привычек в еде и увеличения покупок в интернете. Триада: здоровье, устойчивость и экономика замкнутого цикла – тренд в развитии упаковки. Необходимо свести к минимуму потребление природных ресурсов, сократить использование энергии, избежать образования отходов и сделать упор на создание социальных и экологических ценностей (Varone др., 2021).

Исследуя проблемы государственно-частного партнерства (ГЧП) и круговой экономики, Vogovac и др. (2021) проанализировали опрос почти 1500 хорватских студентов для оценки возможности применения моделей ГЧП для энергетических проектов в рамках

экономики замкнутого цикла. Они показали, что студенты, получившие информацию о ГЧП в университете, с меньшей вероятностью верят в распространенные заблуждения о ГЧП и что они чаще верят, что модели ГЧП могут быть успешно внедрены в Хорватии. Что касается образования в области энергетики, студенты больше поддерживают идею частного управления в этом секторе. Результаты этого исследования также имеют важное практическое значение. Vogovac и др. (2021) считают, что глобальные финансовые кризисы последних десятилетий вместе с пандемией COVID-19 усилили бюджетные ограничения и препятствовали регулярному предоставлению государственных услуг и привели к большой неопределенности в отношении возможности длительного восстановления и энергетического перехода, который обеспечит устойчивый зеленый рост. Это зависит от альтернативных моделей финансирования, особенно в развивающихся странах. Модели ГЧП могут существенно улучшить переход энергетического сектора к экономике замкнутого цикла, но их долгосрочная продолжительность и сложность часто размывают преимущества и вызывают сопротивление их внедрению (Vogovac и др., 2021).

Мы согласны с Chauhan и др. (2021), что со вспышкой пандемии COVID-19 во всем мире медицинские отходы стали еще более заразными, как никогда раньше, и демонстрируют свой потенциал уносить жизни, если их не утилизировать должным образом. Кроме того, COVID-19 поставил еще одну проблему с точки зрения экспоненциально растущего спроса на средства индивидуальной защиты для медицинских работников, таких как врачи, медсестры и санитарные работники. В своей статье Chauhan и др. (2021) определили и проанализировали семь критериев, относящихся к интеллектуальной системе утилизации медицинских отходов с учетом аспектов экономики замкнутого цикла для извлечения ценности из расходных материалов с использованием метода лаборатории испытаний и оценки принятия решений. Критерии были расставлены по приоритету по важности и чистой причинно-следственной связи через причинно-следственную диаграмму. Два критерия: (i) медицинские центры с цифровой связью, фирмы по утилизации отходов и совет по контролю за загрязнением, и (ii) предоставление приложения обратной связи совета по контролю за загрязнением общественности и другим заинтересованным сторонам, являются вескими причинами для разумной системы утилизации медицинских отходов. Это исследование обеспечивает модель причинно-следственной связи между взаимосвязанными драйверами промышленности 4.0 и экономики замкнутого цикла для разработки интеллектуальной системы утилизации медицинских отходов, обогащенной преимуществами циркулярной экономики (Chauhan и др., 2021).

В работе Ibn-Mohammed и др. (2021) представлен критический обзор негативных и позитивных воздействий пандемии COVID-19 на мировую экономику и экосистемы и предлагаются перспективы того, как их можно использовать для создания более устойчивой низкоуглеродной экономики. В документе диагностирована опасность полагаться на выгоды, вызванные пандемией, для достижения целей устойчивого развития, и подчеркивается необходимость решительных фундаментальных структурных изменений в динамике того, как мы живем. Он приводит доводы в пользу переосмысления нынешней модели глобального экономического роста, сформированной системой линейной экономики и поддерживаемой спекуляциями и потреблением энергии производственными процессами, в пользу более устойчивой модели, перекалиброванной на основе циркулярной экономики (ЦЭ). Основываясь на доказательствах в поддержку ЦЭ как средства для уравнивания сложного уравнения достижения прибыли с минимальным ущербом для окружающей среды, в документе излагаются конкретные отраслевые рекомендации по решениям, связанным с ЦЭ, в качестве катализатора глобального экономического роста и развития на устойчивости в постковидном мире (Ibn-Mohammed и др., 2021).

Близкой по тематическому направлению к рассмотренной выше работе есть статья Khoo и др. (2021), в которой авторы пытаются дать ответ на вопрос: пластиковые отходы, связанные с пандемией COVID-19: кризис или возможность? Пандемия COVID-19 оказывает

огромное влияние на управление пластиковыми отходами во многих странах из-за внезапного всплеска медицинских отходов, который привел к глобальному кризису в сфере обращения с отходами. Неправильное обращение с пластиковыми отходами может привести к различным негативным воздействиям на окружающую среду и здоровье человека. Однако внедрение надлежащего управления отходами и правильных технологий с другим восприятием нынешнего кризиса может стать хорошей возможностью (Khoо и др., 2021). Увеличение количества пластиковых отходов и спрос на пластиковых рынках служат хорошим экономическим индикатором для инициативы инвесторов и правительства по инвестированию в технологии, которые превращают пластиковые отходы в продукты с добавленной стоимостью, такие как топливо и строительные материалы. Это замкнет цикл жизненного цикла пластиковых отходов за счет достижения устойчивой циркулярной экономики. Khoо и др. (2021) предоставили представление о состоянии пластиковых отходов до и во время пандемии COVID-19, рассмотрели способы обработки пластиковых отходов, такие как технология стерилизации, сжигание и альтернативные технологии, доступные для преобразования пластиковых отходов в продукт с добавленной стоимостью.

Чтобы предотвратить распространение COVID-19, многие города, регионы и страны «заблокированы», ограничив экономическую деятельность. Такие ограничения привели к значительному сокращению производства в большинстве стран. Поэтому Inoue и др. (2021) изучают, как экономические последствия блокировок в разных регионах взаимодействуют через цепочки поставок, которые представляют собой сеть производственных фирм. Их результаты показывают, что экономический эффект, вызванный экзогенными потрясениями в одном регионе, может повлиять на другие регионы, и поэтому предлагается необходимость межрегиональной координации политики для сокращения экономических потерь из-за блокировки (Inoue и др., 2021).

Анализируя переход от циркулярной экономики к обществу замкнутого цикла в Австралии, Melles (2021) подчеркивает, что комбинированное давление экономического, экологического и социального кризисов, включая лесные пожары, утилизацию отходов и COVID, создало условия для поворота к экономике замкнутого цикла в Австралии. В этом исследовании показано, как двадцать представителей организаций-посредников активно «фигурируют» в процессе кругового перехода для Австралии, в том числе при управлении напряжением между личными позициями и организационными миссиями (Melles, 2021).

Испанские ученые представили результат получения переработанной нити PLA из отходов университетских принтеров 3D FFF (производство плавных волокон) и отходов, образовавшихся «Coronamakers» при производстве деталей для СИЗ (средств индивидуальной защиты) во время COVID-19. Эта нить используется для производства деталей, напечатанных на 3D-принтере, которые студенты университетов используют на своих занятиях, поэтому круговой цикл является замкнутым (Muñoz и др., 2020).

Циркулярная экономика приобрела важность в восстановлении после пандемии COVID-19, предприятия, осознавая преимущества ЦЭ, сталкиваются с проблемами при оценке ее преимуществ с использованием доступных инструментов измерения производительности, особенно при рассмотрении устойчивости и других преимуществ. Nandi и др. (2021) утверждают, что организации могут оценивать свои показатели внедрения ЦЭ, используя нерыночные методы оценки экологических товаров, а также экосистемы цифровых технологий с участием многих заинтересованных сторон, которые включают ряд новых технологий, таких как технология блокчейн, интернет вещей, искусственный интеллект, дистанционное зондирование. Модель измерения эффективности ЦЭ концептуализирована и проиллюстрирована с использованием семи сценариев, чтобы обеспечить понимание, которое можно решить с помощью практик ЦЭ в условиях COVID-19 (Nandi и др., 2021).

Анализируя роль, которую играет предпринимательство в решении проблем управления ресурсами и отходами, вызванных COVID-19, Neumeuer и др. (2020) утверждают, что исследователи и практики должны осознавать, что предприниматели являются важными

агентами перемен, которые могут помочь в переходе к более устойчивой и циркулярной экономике.

Текущая глобальная пандемия подчеркивает глубокое неравенство, влияющее на нашу экономику, здоровье и качество жизни. Согласно результатам Pérez-Reña и др. (2021), циркулярная экономика может улучшить эти показатели, в частности, социальное неравенство в рамках текущей модели линейной экономики.

Как отмечают Prideaux и др. (2020), пандемия COVID-19 привела к прекращению почти всех международных поездок в первой половине 2020 года. Возвращение к докарантинным моделям роста потребует времени и будет зависеть от глубины и масштабов рецессии, вызванной COVID-19. Этап восстановления будет совпадать с глобальными усилиями по борьбе с развивающимся климатическим кризисом. Чтобы индустрия туризма процветала в мире будущего, она должна выйти за рамки соблазна принять стратегии, основанные на возврате к нормальному состоянию прошлого, существовавшему до COVID-19, и вместо этого попытаться понять, как она должна реагировать на возникающую трансформацию глобальной экономики к углеродной нейтральности. Многие уроки, извлеченные из пандемии, можно применить к стратегиям борьбы с изменением климата. Применение модели циркулярной экономики для сокращения выбросов парниковых газов поможет предотвратить глобальную экологическую катастрофу, которая произойдет, если глобальные температуры продолжат расти (Prideaux и др., 2020).

Заключение. На основе исследования 25 документов, посвященных тематике циркулярной экономики в контексте COVID-19, проиндексированных в Scopus, по таким направлениям анализа как количество публикаций, страны-лидеры и организации-лидеры публикационной активности, тип документов, отрасль знаний, активность авторов, охарактеризовано библиометрическое поле этой проблемы. Проанализирована публикационная активность авторов и наиболее актуальные статьи. Определены приоритетные направления изучения вызовов и возможностей развития циркулярной экономики в контексте COVID-19.

Научная новизна состоит в том, что впервые предпринята попытка выполнить системный теоретический анализ мировых публикаций по циркулярной экономике в условиях пандемии COVID-19, что позволило определить нынешнее состояние научного обеспечения этой проблемы и определить приоритетные направления исследований на перспективу.

Практическая ценность заключается в том, что полученные результаты могут быть использованы для принятия политических решений по совершенствованию системы научного обеспечения развития циркулярной экономике в условиях пандемии COVID-19 на международном, национальном и региональном уровнях. Перспективным направлением исследований считаем осуществление библиометрического анализа тенденций в исследовании циркулярной экономики в контексте устойчивого развития.

Список ссылок

Prasek D. (2021) Competitive advantages and goal's synergy: circular economy for the post-Covid-19 time. URL: <https://www.asde.org.ua/en/competitive-advantages-and-goals-synergy-circular-economy-for-the-post-covid-19-time>.

Abdul-Hamid, A., Ali, M., Osman, L., & Tseng, M. (2021). The drivers of industry 4.0 in a circular economy: The palm oil industry in Malaysia. *Journal of Cleaner Production*, 324 doi:10.1016/j.jclepro.2021.129216

Atstja, D., Cudečka-Puriņa, N., Vesere, R., Abele, L., & Spivakovskyy, S. (2021). Challenges of textile industry in the framework of circular economy: Case from Latvia. Paper presented at the E3S Web of Conferences, 255 doi:10.1051/e3sconf/202125501014

- Barone, A. S., Matheus, J. R. V., de Souza, T. S. P., Moreira, R. F. A., & Fai, A. E. C. (2021). Green-based active packaging: Opportunities beyond COVID-19, food applications, and perspectives in circular economy—A brief review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(5), 4881-4905. doi:10.1111/1541-4337.12812
- Bogovac, J., Dodig, D., & Lugarić, T. R. (2021). Public-private partnership and circular economy-what Croatian students learn at university. *Energies*, 14(11) doi:10.3390/en14113261
- Chauhan, A., Jakhar, S. K., & Chauhan, C. (2021). The interplay of circular economy with industry 4.0 enabled smart city drivers of healthcare waste disposal. *Journal of Cleaner Production*, 279 doi:10.1016/j.jclepro.2020.123854
- Ibn-Mohammed, T., Mustapha, K. B., Godsell, J., Adamu, Z., Babatunde, K. A., Akintade, D. D.,... Koh, S. C. L. (2021). A critical review of the impacts of COVID-19 on the global economy and ecosystems and opportunities for circular economy strategies. *Resources, Conservation and Recycling*, 164 doi:10.1016/j.resconrec.2020.105169
- Inoue, H., Murase, Y., & Todo, Y. (2021). Do economic effects of the anti-COVID-19 lockdowns in different regions interact through supply chains? *PLoS ONE*, 16(7 July) doi:10.1371/journal.pone.0255031
- Khoo, K. S., Ho, L. Y., Lim, H. R., Leong, H. Y., & Chew, K. W. (2021). Plastic waste associated with the COVID-19 pandemic: Crisis or opportunity? *Journal of Hazardous Materials*, 417 doi:10.1016/j.jhazmat.2021.126108
- Melles, G. (2021). Figuring the transition from circular economy to circular society in Australia. *Sustainability (Switzerland)*, 13(19) doi:10.3390/su131910601
- Muñoz, V. G., Muneta, L. M., Carrasco-Gallego, R., Marquez, J. J., & Hidalgo-Carvajal, D. (2020). Evaluation of the circularity of recycled PLA filaments for 3D printers. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(24), 1-12. doi:10.3390/app10248967
- Nandi, S., Hervani, A. A., Helms, M. M., & Sarkis, J. (2021). Conceptualising circular economy performance with non-traditional valuation methods: Lessons for a post-pandemic recovery. *International Journal of Logistics Research and Applications*, doi:10.1080/13675567.2021.1974365
- Neumeyer, X., Ashton, W. S., & Dentchev, N. (2020). Addressing resource and waste management challenges imposed by COVID-19: An entrepreneurship perspective. *Resources, Conservation and Recycling*, 162 doi:10.1016/j.resconrec.2020.105058
- Pérez-Peña, M. C., Jiménez-García, M., Ruiz-Chico, J., & Peña-Sánchez, A. R. (2021). Analysis of research on the SDGS: The relationship between climate change, poverty and inequality. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(19) doi:10.3390/app11198947
- Prideaux, B., Thompson, M., & Pabel, A. (2020). Lessons from COVID-19 can prepare global tourism for the economic transformation needed to combat climate change. *Tourism Geographies*, 22(3), 667-678. doi:10.1080/14616688.2020.1762117
- Rahman, S. M. M., Kim, J., & Laratte, B. (2021). Disruption in circularity? impact analysis of COVID-19 on ship recycling using weibull tonnage estimation and scenario analysis method. *Resources, Conservation and Recycling*, 164 doi:10.1016/j.resconrec.2020.105139
- Sharma, H. B., Vanapalli, K. R., Samal, B., Cheela, V. R. S., Dubey, B. K., & Bhattacharya, J. (2021). Circular economy approach in solid waste management system to achieve UN-SDGs: Solutions for post-COVID recovery. *Science of the Total Environment*, 800 doi:10.1016/j.scitotenv.2021.149605
- Singh, N., Ogunseitan, O. A., & Tang, Y. (2021). Medical waste: Current challenges and future opportunities for sustainable management. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, doi:10.1080/10643389.2021.1885325
- Socci, C., Ahmed, I., Alfify, M. H., Deriu, S., Ciaschini, C., & Sheikh, R. A. (2021). COVID-19 and a trade-off between health and economics: An extended inoperability model for Italy. *Kybernetes*, doi:10.1108/K-03-2021-0222

- Su, C., & Urban, F. (2021). Circular economy for clean energy transitions: A new opportunity under the COVID-19 pandemic. *Applied Energy*, 289 doi:10.1016/j.apenergy.2021.116666
- Trollman, H., Jagtap, S., Garcia-Garcia, G., Harastani, R., Colwill, J., & Trollman, F. (2021). COVID-19 demand-induced scarcity effects on nutrition and environment: Investigating mitigation strategies for eggs and wheat flour in the United Kingdom. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 1255-1272. doi:10.1016/j.spc.2021.03.001
- van Straten, B., Ligtelijn, S., Droog, L., Putman, E., Dankelman, J., Weiland, N. H. S., & Horeman, T. (2021). A life cycle assessment of reprocessing face masks during the covid-19 pandemic. *Scientific Reports*, 11(1) doi:10.1038/s41598-021-97188-5
- Vanapalli, K. R., Sharma, H. B., Ranjan, V. P., Samal, B., Bhattacharya, J., Dubey, B. K., & Goel, S. (2021). Challenges and strategies for effective plastic waste management during and post COVID-19 pandemic. *Science of the Total Environment*, 750 doi:10.1016/j.scitotenv.2020.141514
- Veza, I., Muhammad, V., Oktavian, R., Djamari, D. W., & Said, M. F. M. (2021). Effect of COVID-19 on biodiesel industry: A case study in Indonesia and Malaysia. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*, 18(2), 8637-8646. doi:10.15282/ijame.18.2.2021.01.0657
- Wicker, R. J., Kumar, G., Khan, E., & Bhatnagar, A. (2021). Emergent green technologies for cost-effective valorization of microalgal biomass to renewable fuel products under a biorefinery scheme. *Chemical Engineering Journal*, 415 doi:10.1016/j.cej.2021.128932
- Wuyts, W., Marin, J., Brusselaers, J., & Vrancken, K. (2020). Circular economy as a COVID-19 cure? *Resources, Conservation and Recycling*, 162 doi:10.1016/j.resconrec.2020.105016