

## **БРИКС И БОРЬБА ЗА НУЛЕВЫЕ ВЫБРОСЫ К 2050 ГОДУ: COVID-19 – ПРЕПЯТСТВИЕ ИЛИ ВОЗМОЖНОСТЬ?**

**Чапунгу Лазарь**

*председатель Еххаго по вопросам изменения климата и устойчивого развития,  
Институт корпоративного гражданства, Южно-Африканский университет  
(Макленек, Претория, Южная Африка)*

**Нхамо Годвелл**

*председатель Еххаго по вопросам изменения климата и устойчивого развития,  
Институт корпоративного гражданства, Южно-Африканский университет  
(Макленек, Претория, Южная Африка)*

**Чикодзи Дэвид**

*председатель Еххаго по вопросам изменения климата и устойчивого развития,  
Институт корпоративного гражданства, Южно-Африканский университет  
(Макленек, Претория, Южная Африка)*

**Малебахоя Анисия Маозла**

*председатель Еххаго по вопросам изменения климата и устойчивого развития,  
Институт корпоративного гражданства, Южно-Африканский университет,  
(Макленек, Претория, Южная Африка)*

Автор перевода:

**Белецкая Мария Юрьевна**

*кандидат экономических наук,  
МГУ имени М.В. Ломоносова, экономический факультет  
(г. Москва, Россия)*

### **Аннотация**

Развивающиеся экономики Бразилии, России, Индии, Китая и Южной Африки (БРИКС) оказывают значительное влияние на глобальные экономические и экологические траектории. У них есть углеродоемкие экономические системы, которые вносят значительный вклад в общие глобальные выбросы парниковых газов (ПГ), что приводит к изменению климата. Однако страны БРИКС присоединились к гонке за нулевые выбросы к 2050 г. в поисках климатически нейтральной и устойчивой глобальной экономики. Это путешествие, однако, не лишено проблем и возможностей. Распространение коронавирусной инфекции 2019 г. (COVID-19) вызвало неоднозначную реакцию ученых в отношении ее последствий для нулевых траекторий. Хотя статистические данные показывают корреляцию между COVID-19 и снижением общего объема выбросов, предполагается, что COVID-19 поставил под угрозу

усилия по развитию углеродно-нейтральной экономики. Следовательно, по-прежнему существует необходимость в более подробном научном изучении влияния COVID-19 на амбиции по достижению нулевого уровня выбросов, особенно в странах с развивающейся экономикой. Это исследование сосредоточено на траекториях Индии и Южной Африки. Статистический анализ вторичных данных из аутентичных интерактивных веб-панелей для хранилищ данных о COVID-19, а именно «Наш мир в данных» и «Отслеживание климатических действий», был выполнен в сочетании с подходом к анализу документов в соответствии с методикой предпочтительных элементов отчетности для систематических обзоров и мета-анализов (PRISMA). Некоторые из проблем COVID-19, как показывают результаты исследования, включают сокращение лестницы передачи технологий в энергетическом секторе, ответные выбросы для восстановления и отвлечение ресурсов. Возможности, предоставляемые COVID-19 в стремлении к углеродной нейтральности, включают поведенческие изменения в моделях инвестиций, производства и потребления с упором на низкоуглеродные варианты.

Правительства и заинтересованные стороны должны сосредоточиться на устранении барьеров, используя возможности, предоставленные пандемией, для достижения нулевого уровня выбросов к 2050 г.

**Ключевые слова:** БРИКС, изменение климата, COVID-19, парниковые газы, Индия, чистые нулевые выбросы, Южная Африка.

**JEL коды:** Q01, Q5.

**Для цитирования:** Чапунгу Л., Нхамо Г., Чикодзи Д., Малебахоа А.М. БРИКС и борьба за нулевые выбросы к 2050 году: COVID-19 – препятствие или возможность? (перевод с англ. Белецкая М.Ю.) // Научные исследования экономического факультета. Электронный журнал. 2023. Том 15. Выпуск 4. С. 92-126. DOI: 10.38050/2078-3809-2023-15-4-92-126.

## Введение

Изменение климата является одной из самых неблагоприятных современных проблем, с которыми сталкивается человечество (Viola, Basso, 2016), и существует научный консенсус в отношении того, что проблема вызвана выбросами парниковых газов (ПГ) в атмосферу (Krausmann, Wiedenhofer, Haberl, 2020; Chapungu, Nhamo, Gatti, 2020; Lahane, Ganesh, 2020). Выбросы ПГ и последующее увеличение их концентрации в атмосфере с 1900 года порождают катастрофические и необратимые изменения в климатической системе, включая частые и экстремальные погодные явления (Oladunni, Mprofu, Olanrewaju, 2022). Прогнозируется, что средние глобальные температуры превысят 3,5°C, если нынешние траектории выбросов сохранятся в соответствии с моделью «обычного бизнеса» (Climate Change..., 2021; The Physical Science Basis, 2021). Ввиду разрушительных последствий, связанных с этим повышением температуры, невозможно переоценить необходимость декарбонизации мировой экономики. В 2015 г. на Парижской конференции Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКИКООН) стороны приняли на себя обязательства по сокращению выбросов парниковых газов. В случае полного выполнения обязательства ограничат повышение температуры до 2,7°C к 2100 г., что по-прежнему является негативным исходом для человечества (Viola, Basso, 2016). Чтобы достичь углеродной нейтральности и избежать

катастроф, связанных с изменением климата, миру необходимо сделать больше (Obobisa, 2022).

Бразилия, Россия, Индия, Китай и Южная Африка (БРИКС) входят в число стран с наибольшим вкладом в выбросы в атмосферу. Их выбросы неуклонно возрастали в течение последних десятилетий (Azevedo, Sartori, Campos, 2018). Однако после Парижского соглашения 2015 г. и 26-й конференции сторон (COP 26) в 2021 г. БРИКС взяла на себя обязательство внести свой вклад в сокращение выбросов и присоединилась к гонке за достижение нулевых выбросов к 2050 г.

В то время как страны боролись с методами достижения траекторий нулевых выбросов, в 2020 г. пандемия COVID-19 вышла на первый план, быстро распространившись по миру, убив миллионы людей и остановив экономику (Huang, Tian, 2020; Liu et al., 2020). Следовательно, внимание к макроэкономическим и экологическим проблемам было переключено на пандемию. COVID-19 потребовал реализации множества агрессивных стратегий по борьбе с пандемией, включая строгие ограничения, ношение масок и социальное дистанцирование (McCarthy, 2022; Mohideen, Ramakrishna, Prabu, Liu, 2021; Konig, Drefiler, 2021). Эти меры нарушили экономическую, социальную и физическую деятельность во всем мире. Карантин означал частичное или полное временное закрытие производств, выбрасывающих парниковые газы, включая другие важные компоненты в их производственно-сбытовых цепочках. Хотя наблюдалось множество негативных последствий, вызванных COVID-19, Надерипур и др. (Naderipour et al., 2020) утверждали, что качество воздуха заметно улучшилось из-за сокращения выбросов парниковых газов, в основном CO<sub>2</sub>, в результате ограничений и других мер. Например, выбросы в транспортном секторе сократились за счет приостановки междугородних поездок. Политика работы на дому означала, что люди, которые раньше ездили на работу, сократили свой углеродный след (Liu et al., 2020; Mostafa, Gamal, Wafiq, 2021).

Рэй и др. (Ray et al., 2022) заявили, что многое было изучено в отношении воздействия деятельности, связанной с COVID-19, на угарный газ, но все еще нет достаточного количества подробных исследований такого воздействия на выбросы CO<sub>2</sub>. Однако Хан и др. (Khan, Shah, Shah, 2021) наблюдали значительное снижение выбросов углерода в США, Индии, Италии, Испании и Бразилии среди других стран с высоким уровнем выбросов CO<sub>2</sub>. Точно так же Ламб и др. (Lamb et al., 2021) указали, что в 2020 г. произошло снижение глобальных выбросов углерода, и это совпало с периодом ограничений, вызванных COVID-19, когда несколько загрязняющих отраслей сократили свой углеродный след. Ле Кер и др. (Le Quere et al., 2020) обнаружили снижение ежедневных выбросов CO<sub>2</sub> на 17% в период с 2019 по 2020 г. по сравнению с выбросами, имевшими место с января по апрель обоих лет.

Различные научные исследования также подтвердили, что выбросы ПГ в целом снизились в период COVID-19 после введения карантинных мер, которые снизили интенсивность деятельности, связанной с выбросами углерода (Mohideen et al., 2021; Le Quere et al., 2020; Filimonau et al., 2021). Принимая во внимание нынешний глобальный призыв и приверженность к траектории с нулевыми выбросами, любое снижение выбросов парниковых газов заслуживает одобрения, и движущие силы такого снижения требуют тщательного изучения, чтобы усилить и закрепить неизменность низкоуглеродной траектории. Однако некоторые ученые утверждают, что в случае с COVID-19 его влияние на выбросы носит временный характер и могло по-разному повлиять на пути к нулевым выбросам к 2050 г. (Liu et al., 2020; COVID-19 Vaccines..., 2022; Sharmina et al., 2020; Jiang et al., 2021). Учитывая значимость

стран БРИКС в матрице выбросов парниковых газов и изменения климата, а также их заметные тенденции и динамику пандемии COVID-19, влияние COVID-19 на их нулевые траектории заслуживает научного анализа. Именно с учетом этой потребности в настоящем исследовании рассматриваются траектории Индии и Южной Африки с нулевыми выбросами в контексте COVID-19 с акцентом на то, способствовала ли пандемия их пути к нулевым выбросам к 2050 г. или помешала им.

## 1. Литературный обзор

### 1.1. Изменение климата и траектория глобального чистого нуля

Глобальные соглашения, такие как Киотский протокол, Парижское соглашение и Пакт Глазго, до сих пор не сдержали усиление глобального потепления, которое приводит к повышению температуры поверхности (Obobisa, 2022). Температуры продолжают повышаться, поскольку выбросы парниковых газов, главным образом двуокиси углерода (CO<sub>2</sub>), продолжают увеличиваться. Углекислый газ превысил рекордно высокий уровень, создав поток климатических проблем и ускоряя глобальное потепление (Khan et al., 2020). В последние годы последствия изменения климата стали более интенсивными и разрушительными, при этом ежегодно теряются миллиарды долларов в виде ущерба инфраструктуре и гибели людей (Country Greenhouse..., 2019). В ответ на вызванные выбросами парниковых газов катастрофические климатические катаклизмы и прогнозируемые последствия, связанные с изменением климата, крупнейшие мировые экономики, а также развивающиеся страны, в том числе БРИКС, обязались сократить свои выбросы парниковых газов для достижения нулевых выбросов примерно в середине XXI в. Китай, который является одним из ведущих источников выбросов, стремится достичь углеродной нейтральности к 2060 году и достичь пика выбросов углерода до 2030 г. (Obobisa, 2022; Zhang et al., 2021). США заявили о своей приверженности к Парижскому соглашению, взяв на себя обязательство вести свою экономику к нулевой траектории (Lahiani et al., 2021). Европа, в свою очередь, стремится стать первым регионом, достигшим нулевых выбросов к 2050 г. (Zhang et al., 2021).

Для достижения углеродной нейтральности и стабилизации быстрого потепления на земном шаре, а также для смягчения связанных с этим последствий, обязательства по нулевым выбросам должны быть подкреплены амбициозными действиями (Obobisa, 2022). В целом предел в 1,5°C является той точкой невозврата, за которой риск явлений, связанных с изменением климата, таких как экстремальные засухи, лесные пожары и наводнения, будет экспоненциально возрастать (Fletcher, Smith, 2020). Таким образом, невозможно переоценить необходимость действий, направленных на то, чтобы не выйти за пределы критической точки. Перед лицом этих катастроф и в интересах достижения устойчивого развития все страны должны быть привязаны к цели достижения нулевого уровня выбросов. Чистые нулевые выбросы подразумевают отрицательную углеродную экономику, которая включает в себя акцент на удержании углерода, а не на его выбросах (Slorach, Stamford, 2021).

Сокращение выбросов было главным приоритетом политиков, заботящихся о климате, даже во время разрушительной пандемии COVID-19. Некоторые правительства фактически привязали цели по нулевому климату к пакетам помощи в связи с COVID-19 (Obobisa, 2022). Сейчас самая большая проблема заключается в том, чтобы выяснить, как добиться нулевых выбросов перед лицом других вызовов, таких как COVID-19. Налагает ли COVID-19 дополнительное бремя на климат или может ускорить путь к нулевому результату? Наиболее

заметным путем к нулевой траектории является привлечение возобновляемых источников энергии и замена ископаемого топлива. Углеродная нейтральность может быть достигнута только за счет инвестиций в возобновляемые источники энергии (Ding et al., 2021).

## 1.2. Пандемия COVID-19 и глобальные выбросы

Вспышка COVID-19 была объявлена глобальной пандемией Всемирной организацией здравоохранения 11 марта 2020 г. (Ray et al., 2022). Вирус быстро распространился через национальные границы, в результате чего к декабрю 2020 г. в 223 странах было зарегистрировано 81,5 млн случаев заболевания (COVID-19 Vaccines..., 2022). Пандемия погрузила земной шар в период «молчания индустрии» из-за комплекса мер, принятых для борьбы с ее распространением (Adebayo et al., 2022). Скорость распространения вируса потребовала реализации некоторых агрессивных стратегий, которые включали социальное дистанцирование, ношение масок и строгие ограничения, в результате которых люди работали удаленно из дома (Gollakota, Shu, 2022; Laughner et al., 2021). Ограничения, вызванные COVID-19, ускорили полную или частичную остановку экономики, характеризующуюся низким уровнем промышленного производства, тихими городами, низкой интенсивностью движения и низкой социальной и физической активностью (Ray et al., 2022). Непосредственным результатом этих событий стало то, что 30% населения мира были внезапно и непропорционально затронуты пандемией (Bai et al., 2020), а 80% предприятий пришли в упадок (Huang, Tian, 2020; Dang et al., 2020), что привело к всемирному экономическому спаду. Энергетический сектор не остался в стороне, поскольку цены на нефть внезапно резко упали (Gollakota, Shu, 2022).

Распространение COVID-19 и последующие ограничительные меры привели к временному периоду улучшения качества окружающей среды, в частности качества воздуха, за счет значительного сокращения выбросов парниковых газов в атмосферу (Naderipour et al., 2020). Строгие процедуры, связанные с ограничениями во время COVID-19, ограничили массовое передвижение людей внутри стран и отдельных лиц на международном уровне и напрямую повлияли на транспортный сектор, со значительным сокращением спроса на энергию (Gollakota, Shu, 2022; Yaya et al., 2020). Меры изоляции, введенные по всему миру, изменили методы работы на рабочих местах и образ жизни (Ghiani et al., 2020). Модели потребления энергии изменились из-за изменений в образе жизни и способах работы, при этом большинство людей обратились к дистанционной работе, дистанционному обучению и электронным покупкам (Ghiani et al., 2020). Спрос на энергию снизился, но спрос на электроэнергию остался из-за ее более широкого использования из дома в онлайн-образовании и развлечениях, а также других применений, связанных с ограничениями (Ray et al., 2022). Были и связанные с COVID-19 нарушения на рынке энергетического равновесия, о чем свидетельствовали колебания цен (Gollakota, Shu, 2022).

Несколько исследований показали, что пандемия COVID-19 снизила темпы экономического роста и производственной деятельности, что привело к падению спроса на энергию (Huang, Tian, 2020; Liu et al., 2020; Andrew, 2020; Ching, Kajino, 2020). Это повлияло на внедрение технологий использования возобновляемых источников энергии (Gollakota, Shu, 2022). По оценкам, падение спроса на энергию составило 3,8% во время первой волны пандемии и 6% во время второй волны к концу 2020 г. (Global Overview..., 2020). В глобальном масштабе снижение спроса на энергию стало одной из причин финансового кризиса в шесть-восемь раз более масштабного, чем кризис 2008 г. (Global Overview..., 2020). Прогнозируется, что удар по энергетическому сектору вследствие COVID-19 станет самым сильным за последние семь

десятилетий (Ray et al., 2022; Gollakota, Shu, 2022). В то время как падение спроса на энергию кажется незначительным, побочные эффекты наносят ущерб балансу спроса и предложения (Barbier, Burgess, 2020).

Несмотря на проблемы со спросом на энергию, вызванные COVID-19, Нгьюен и др. (Nguyen et al., 2021) утверждают, что это возможность для стран разработать и внедрить стратегии по сокращению выбросов парниковых газов и достижению нулевого уровня выбросов к 2050 г. Период COVID-19 представляет собой идеальное время для изучения мер, не связанных с ограничениями, чтобы сократить растущую тенденцию глобальных выбросов CO<sub>2</sub> и справиться с изменением климата в долгосрочной перспективе (Nguyen et al., 2021). Исходя из этого аргумента, можно сказать, что COVID-19 предоставил странам возможность осознать, что они могут уменьшить свой углеродный след и улучшить качество окружающей среды, если сократят уровни использования ископаемого топлива. При дальнейшем изучении доступных вариантов, которые способствовали снижению выбросов в период пандемии, путь к нулевым выбросам к 2050 г. становится возможным. Однако знания о влиянии неизолационных мер, принятых в период COVID-19, на выбросы парниковых газов и улучшение качества окружающей среды по-прежнему ограничены. В отсутствие таких знаний и, следовательно, бездействия существует высокая вероятность того, что выбросы ПГ вернутся к тенденциям, существовавшим до COVID-19 (Le Quere et al., 2020), или станут хуже из-за компенсаторной склонности компаний.

### **1.3. Выбросы парниковых газов БРИКС и COVID-19**

Страны БРИКС вносят значительный вклад в чистые глобальные выбросы парниковых газов (Viola, Basso, 2016). Тем не менее, страны БРИКС приложили значительные усилия для определения приоритетов действий по борьбе с изменением климата, используя свое положение в Группе двадцати (G20), чтобы подтолкнуть эти страны к проведению реформ по вопросам, связанным с изменением климата (D'souza, 2022). Было предложено несколько обязательств, чтобы попытаться снизить уровень выбросов парниковых газов. Страны БРИКС придерживаются позиции сотрудничества в борьбе с изменением климата на основе принципов справедливости и «общих, но дифференцированных обязанностей и соответствующих возможностей» (Kirton, 2020). На этом фоне каждая страна определила свои траектории снижения выбросов, основанные на национальных приоритетах и возможностях. Однако появление COVID-19 так или иначе нарушило их запланированные пути и изменило характер выбросов. Для всех стран БРИКС, кроме Бразилии, в период COVID-19 наблюдалось общее снижение выбросов. Китай, самая густонаселенная страна в мире, играет важную роль в матрице изменения климата. Он является крупнейшим импортером энергии и оказывает большое влияние на усилия по декарбонизации. Его выбросы увеличились на 230% в период с 1990 по 2012 г., и за тот же период его доля в глобальных выбросах ПГ выросла с 9,48% до 22,44% (Country Greenhouse..., 2019). Только на энергетический сектор Китая приходилось около 19,98% общих глобальных выбросов парниковых газов в 2012 г. (Country Greenhouse..., 2019).

Россия имеет углеродоемкую экономику с огромным экспортом ископаемого топлива, особенно природного газа (Viola, Basso, 2016). Однако его выбросы сократились на 18% в период с 1990 по 2012 год, а его глобальная доля углерода снизилась до 4,73% с 9,18% за тот же период (Potential Lifetime..., 2022). Наиболее значительными факторами выбросов в России являются производство и использование энергии. По сравнению с энергетическим сектором сельское хозяйство, промышленность и отходы не вносят значительного вклада в общие

выбросы. Например, в 2012 г. на эти три сектора пришлось около 0,54% мировых выбросов ПГ (Country Greenhouse..., 2019). Появление COVID-19 изменило траекторию выбросов в краткосрочной перспективе, но характер ответных мер политики может иметь долгосрочные последствия для траектории нулевых чистых выбросов к середине века. В 2020 г., во время пика пандемии COVID-19, выбросы CO<sub>2</sub> составили 1,48 млрд метрических тонн, что было заметно ниже по сравнению с выбросами 2019 г. (Potential Lifetime..., 2022).

Индия является одной из самых густонаселенных стран мира, и ее экономика растет быстрее, чем в других странах БРИКС (Viola, Basso, 2016). Абсолютные выбросы Индии со временем увеличились, и считается, что они вносят значительный вклад в чистые глобальные выбросы в атмосферу. Однако выбросы на душу населения в Индии очень низкие. Индия импортирует огромное количество энергии. Ее выбросы увеличились на 140,18% в период с 1990 по 2012 г., а доля в выбросах ПГ в глобальном масштабе удвоилась (Viola, Basso, 2016). Сельское хозяйство вносит важный вклад в общие выбросы в Индии, увеличившись на 31,08% в период с 1990 по 2012 г. (Country Greenhouse..., 2019). За тот же период на этот сектор пришлось около 1,52% глобальных чистых выбросов. В период с 1990 по 2012 год на долю промышленности и сектора отходов приходилось 0,53% от общего объема глобальных выбросов парниковых газов. Распространение пандемии COVID-19 в Индии привело к общенациональным карантинным мерам, что привело к ограничению воздушного, наземного и водного транспорта, а также к снижению промышленной активности (Greyling, Rossouw, Adhikari, 2021). Это прямо или косвенно нарушило существующую динамику выбросов и предполагаемые траектории выбросов. Выбросы в Индии упали на 15% в марте 2020 г. и, по прогнозам, снизятся еще на 30% в апреле того же года (Myllyvirta L., Dahiya S., 2020).

Бразилия также считается важным игроком в глобальной матрице изменения климата. Однако ее траектории выбросов отличаются от других стран БРИКС тем, что ее сектор землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства (ЗИЗЛХ) вносит значительный вклад в чистые выбросы ПГ (Viola, Basso, 2016) по сравнению с другими секторами. Бразилия добилась больших успехов в борьбе с выбросами от ЗИЗЛХ в период 1990–2012 гг., хотя ее чистые выбросы увеличились на 13,48% за тот же период. Секторы энергетики и сельского хозяйства также вносят значительный вклад в чистые выбросы. Например, в период с 1990 по 2012 г. выбросы в этих секторах увеличились на 120,65%, что составляет 1,09% глобальных выбросов (Country Greenhouse..., 2019). В 2012 г. доля промышленности и отходов вместе составила 0,22% выбросов. Во время пандемии COVID-19 в Бразилии наблюдалась уникальная тенденция выбросов, когда выбросы выросли на 9,5%, в то время как во всем мире наблюдалось снижение на 7% (Against Global Trend..., 2021). Выбросы на душу населения также увеличились из-за вырубки лесов и низкого уровня занятости в авиационном секторе (Vieira, Braga, Pereira, 2022). Однако в некоторых секторах, таких как авиационный сектор, произошло снижение выбросов примерно на 63% из-за ограничений, связанных с COVID-19. В 2020 г. в авиационном секторе было сокращено около 4,7 млн метрических тонн выбросов (Vieira, Braga, Pereira, 2022).

Южная Африка является одним из основных глобальных источников выбросов парниковых газов благодаря своей энергетической системе, в которой преобладает использование угля. В 2018 году он был 14-м по величине излучателем в мире (The Carbon Brief Profile..., 2018). В 2012 г. было выпущено около 464 млн метрических тонн выбросов. В период с 1990 по 2012 г. выбросы в стране увеличились на 44% (Kings, 2020). Тем не менее, текущий план электроснабжения нацелен на значительный переход к использованию газа и возобновляемых

источников энергии. В то время как уголь будет использоваться еще несколько десятилетий, после 2030 г. в планах не будет новых электростанций, и большая часть их мощностей будет закрыта к 2050 г. (The Carbon Brief Profile..., 2018). Траектория нулевых выбросов в Южной Африке основана на стратегии «пик, плато и снижение», которая влечет за собой увеличение выбросов в период с 2020 по 2025 г. и стабильные выбросы в течение примерно десяти лет, за которыми следует снижение в абсолютном выражении (Tipping Points..., 2022). Эта траектория уже была прервана распространением пандемии COVID-19. Пандемия привела к значительному сокращению выбросов углерода из-за соответствующих ограничений, что привело к сокращению выбросов от транспорта и промышленной деятельности (Shikwambana, Kganyago, 2021).

## 2. Материалы и методы

### 2.1. Область исследования

Исследование охватывает две страны БРИКС, Индию и Южную Африку. Страны БРИКС наблюдают рост популярности как развивающиеся рынки, имеющие существенные общие характеристики, включая менее развитую, но быстрорастущую экономику, растущее население, влиятельные правительства и склонность к выходу на глобальные рынки (Wang, Jiang, 2019). Интересно, что и в Индии, и в Южной Африке более 70% поставок электроэнергии в их энергосистемы осуществляется за счет угля. На рисунке 1 показано расположение исследуемых стран.

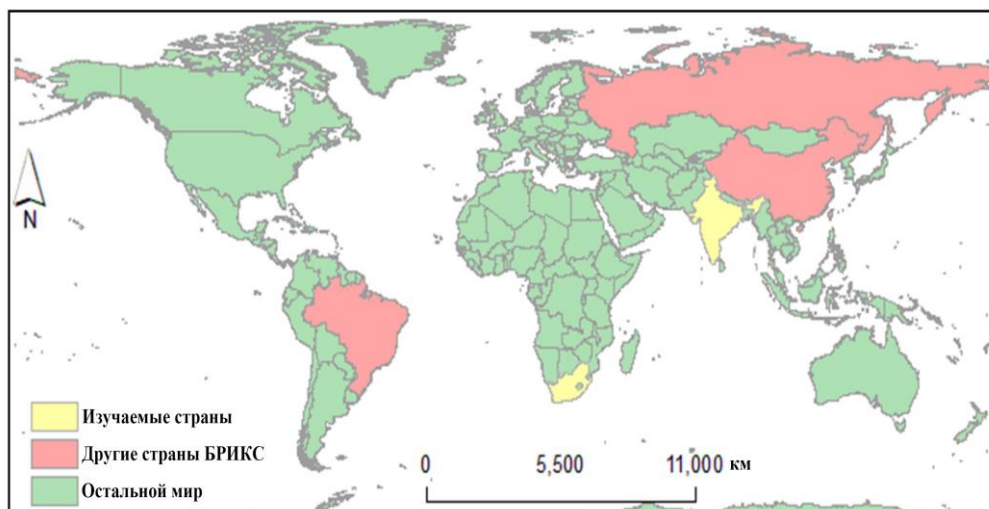


Рисунок 1. Исследуемые страны

Индия расположена в северном полушарии между 8°4' N и 37°6' N и 68°7' E до 97°25' E. Это седьмая по величине страна в мире, занимающая около 3,3 млн км<sup>2</sup>. Страна характеризуется быстрорастущим населением, что приводит к высокому углеродному следу. Индия имеет высокие абсолютные выбросы, что делает ее одной из стран с наибольшим уровнем выбросов углерода в мире. Тем не менее, выбросы на душу населения в целом низки. Международное энергетическое агентство (Energy Technology Perspectives..., 2014) утверждает, что Индия является третьим по величине производителем и импортером угля, а также третьим по величине импортером нефти. Около 71% электроэнергии в Индии вырабатывается из угля. Страна считается энергоемкой. Тем не менее, потребление энергии на душу населения (в тоннах нефтяного эквивалента) составляет 0,64, что ниже среднемирового уровня 1,90 и

потребления на душу населения в странах ОЭСР 4,19. Потребление электроэнергии на душу населения в Индии (760) ниже, чем в средний мировой показатель (2972). Около 25% населения не имеет доступа к электричеству, в то время как более 6 млн человек зависят от биомассы (Addressing the Electricity..., 2012).

Индия сильно зависит от импорта, и со временем импорт увеличивался. Это делает страну чувствительной к колебаниям на мировых энергетических рынках. Разработка источников энергии с низким уровнем выбросов углерода может принести пользу стране в сокращении доступа к энергии и повышении энергетической безопасности (Viola, Basso, 2016). Индия привержена действиям по борьбе с изменением климата и обязалась внести свой вклад в достижение нулевой траектории выбросов. У нее есть существенные стратегии, направленные на увеличение доли возобновляемых источников энергии в ее энергетической матрице. Страна сильно пострадала от пандемии COVID-19, что привело к принятию различных мер изоляции, которые способствовали снижению выбросов углерода в 2019–2020 гг. Остается неясным, представляет ли пандемия барьер или возможность для стран встать на траекторию декарбонизации.

Южная Африка расположена в самой южной части Африки с длинной береговой линией, простирающейся примерно на 3000 км. Она простирается от 22° до 35° южной широты и от 7° до 33° восточной долготы, занимая площадь 1 219 602 км<sup>2</sup> (Stats SA., 2022). Страна занимает 14-е место в мире по объему выбросов парниковых газов и является крупнейшим источником выбросов углекислого газа в Африке, поскольку уголь обеспечивает более 80% ее энергетических потребностей (Feig et al., 2017). В 2019 г. Южная Африка выбросила в атмосферу 471,6 млн т углерода. Зависимость страны от угля влияет на ее экологическую политику, позволяя угольным электростанциям выделять в 10 раз больше оксидов азота, чем в Китае и Японии. В целом, политика и климатические действия Южной Африки не соответствуют требованиям Парижского соглашения о температурном пределе в 1,5°C (Country Greenhouse..., 2019).

Однако при умеренных улучшениях Южная Африка может достичь этой цели. При текущей политике траектория выбросов к 2030 г. снизится примерно на 5–6% по сравнению с уровнями 2010 г. (60.6 million people..., 2022). Страна сильно пострадала от пандемии COVID-19, в результате которой к 29 марта 2022 г. погибло около 99 970 человек (Coronavirus..., 2021).

## **2.2. Сбор данных**

### **2.2.1. Протокол анализа и проверки документов**

Анализ документов был использован в качестве одной из ключевых стратегий в этом исследовании. Он включал систематический подход к обзору литературы, в котором предпочтительные элементы отчетности для систематических обзоров и метаанализов (PRISMA) использовались для скрининга (Janjua, Krishnapillai, Rahman, 2021), как показано на рис. 2. Методология PRISMA была выбрана из-за ее широкой применимости. Она использовалась во многих исследованиях по различным дисциплинам (Janjua, Krishnapillai, Rahman, 2021; Yang, Khoo-Lattimore, Arcodia, 2017; Xu, Wang, Du, 2020; Mardani et al., 2021; Kumar et al., 2022; Howarth et al., 2020). Протокол включал условия поиска, базы данных и критерии выбора литературы. В исследовании использовались словесные схемы, такие как: COVID-19 И «нулевые выбросы к 2000 году» ИЛИ «нулевые выбросы к 2050 году», «нулевые выбросы» И «COVID-19 в Южной Африке», а также «нулевые выбросы» И «COVID-19 в Индии». Шесть основных электронных баз данных (Scopus, Web of Science, PubMed, ScienceDirect, JSTOR и ERIC)

изначально рассматривались для достижения междисциплинарного охвата литературы по борьбе с COVID-19 на нулевых траекториях Южной Африки и Индии. Однако только три (Scopus, ScienceDirect и Web of Science) были успешно использованы из-за проблем с доступом, и были посчитаны достаточными, учитывая, что в некоторых предыдущих обзорах рассматривалось менее трех баз данных (Yang, Khoo-Lattimore, Arcodia, 2017; Figueroa-Domecq et al., 2015). Термины, используемые в процессе поиска, были проверены в тексте исследования, заголовках, ключевых словах или аннотациях в журналах в период с 2015 по 2022 г.

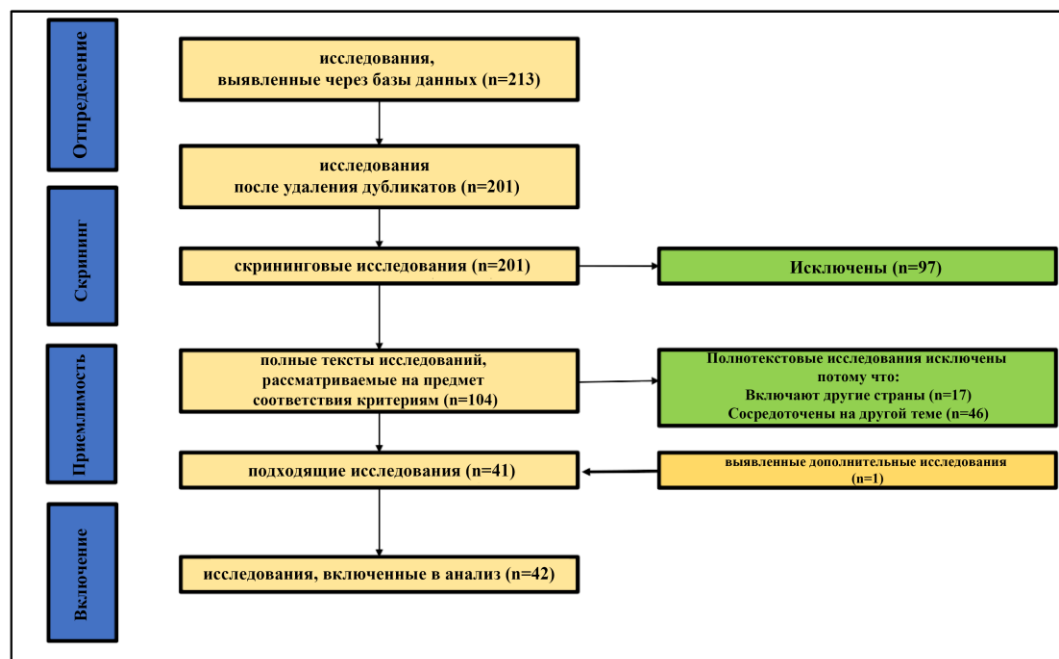


Рисунок 2. Процесс PRISMA, принятый в скрининге литературы для анализа

Литература была проверена с использованием PRISMA, как показано на рис. 2. Этот подход описывает шаги, которые необходимо выполнить при проведении обзора, который генерирует достоверные данные.

Термины, использованные в процессе поиска, были изучены в названиях исследований, аннотациях и ключевых словах в период с 2020 по 2022 г. В исследовании использовались следующие схемы слов и логические операторы для поиска в базе данных Scopus: TITLE-ABS-KEY ((COVID-19) AND (net-zero emissions OR GHGs OR CO<sub>2</sub> OR Methan OR Nitrogen Oxide) AND (South Africa OR India OR BRICS)).

Поиск литературы первоначально дал 213 исследований, из которых были удалены редакционные статьи, материалы конференций, обзоры и перекрывающиеся исследования. После этого этапа осталось 201 исследование. Оставшиеся исследования были подвергнуты дальнейшему скринингу в соответствии с литературными критериями отбора. Всего на этом этапе было отсеяно 97 исследовательских статей, в результате чего для анализа осталось 104 исследовательские статьи. Оставшиеся 104 исследования были подвергнуты тщательному анализу с учетом аннотации, полного текста и заключения. На данном этапе 63 исследования были удалены из-за того, что они не затрагивали предмет исследования и не включали в анализ другие страны. После этого осталось 41 исследование, отвечающее требованиям. На этом этапе была определена и добавлена еще одна исследовательская статья, в результате чего были выделены 42 исследовательские статьи, которые были рассмотрены для синтеза и анализа.

### 2.2.2. Источники данных и анализ

Различные данные о выбросах углерода, ограничениях COVID-19 и низкоуглеродных технологиях были получены с интерактивных цифровых платформ, а именно: «Наш мир в данных» ([www.ourworldindata.org](http://www.ourworldindata.org)) (по состоянию на 16 июня 2022 г.) и трекара Climate Action ([www.climateactiontracker.org](http://www.climateactiontracker.org)) (по состоянию на 16 июня 2022 г.). Переменные данные были подвергнуты статистическому анализу для выяснения тенденций и динамики. Индекс жесткости также был определен на основе методологии Oxford Government Response Tracker (OxCGRT). Данные индекса жесткости можно найти по адресу <https://ourworldindata.org/metrics-explained-covid19-stringency-index> (по состоянию на 16 июня 2022 г.). В индексе используются следующие девять показателей: «Заккрытие школ, закрытие рабочих мест, отмена публичных мероприятий, ограничение общественных собраний, закрытие общественного транспорта, требования оставаться дома, информационные кампании для общественности, ограничения на внутренние передвижения и контроль за международными поездками». (Ritchie et al., 2022). Индекс рассчитывается как средний балл по девяти показателям. Более высокий балл указывает на более строгий ответ. Уравнение (1) показывает, как рассчитывается индекс:

$$index = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k I_j, (1)$$

где  $k$  – количество индикаторов-компонентов в индексе, а  $I_j$  – оценка субиндекса для отдельного индикатора. Презентация и обсуждение основных выводов будут представлены в следующем разделе.

## 3. Полученные результаты

### 3.1. Выбросы парниковых газов и перебои в связи с COVID-19

Результаты показывают, что и Южная Африка, и Индия присоединились к гонке за нулевыми выбросами к 2050 году, как указано в их национальных планах и обязательствах по существующим глобальным соглашениям, таким как Парижское соглашение. Индия обязалась сократить выбросы на 33–35% к 2030 г. по сравнению с уровнями 2005 г., в то время как Южная Африка обязалась снизить интенсивность выбросов с 2030 г. в будущем. С конца 1800-х гг. выбросы парниковых газов в обеих странах растут (рис. 3). Этот рост во многом обусловлен использованием ископаемого топлива, в основном угля, в энергетическом секторе. Однако тенденция роста в обеих странах периодически прерывалась фазами спада, связанными с глобальными кризисами, включая нефтяной кризис 1973 г., нефтяной кризис 1979 г., азиатский финансовый кризис 1997 г. и глобальный финансовый кризис 2008–2009 гг. С появлением COVID-19 к концу 2019 г. наблюдается снижение выбросов парниковых газов в обеих странах.

Как показано на рис. 3, в 2020 г. произойдет резкое снижение выбросов парниковых газов как в Южной Африке, так и в Индии, что совпадет с периодом COVID-19. В частности, в Южной Африке с 2016 г. наблюдается резкий спад из-за слабой экономики. Снижение стало более резким в 2019–2020 гг. в результате ограничений, связанных с COVID-19, и замедления промышленного производства. Выбросы парниковых газов в Индии также снизились в 2020 г. в результате ограничений, связанных с COVID-19. Снижение связано с ужесточением мер изоляции, о чем свидетельствуют уровень, тип и продолжительность периодов изоляции или оперативных ограничений (Kumar, 2022). Однако стоит отметить, что средние выбросы на душу населения не отражают пространственных различий в выбросах. Например, было замечено,

что индийские города по-разному отреагировали на меры изоляции. В Дели, Хайдарабаде, Калькутте и Мумбаи наблюдались разные уровни выбросов углекислого газа в год. В Дели разница в выбросах ПГ в период с 2019 по 2020 г. оценивалась от  $-8,6$  до  $-177 \text{ gCm}^{-2}\text{yr}^{-1}$ , тогда как в Мумбаи выбросы за тот же период фактически увеличились до  $95,7 \text{ gCm}^{-2}\text{yr}^{-1}$ . В период с 2016 по 2019 г. траектории выбросов углекислого газа в индийских городах были разными, но в 2020 г. произошло общее снижение выбросов на национальном уровне.

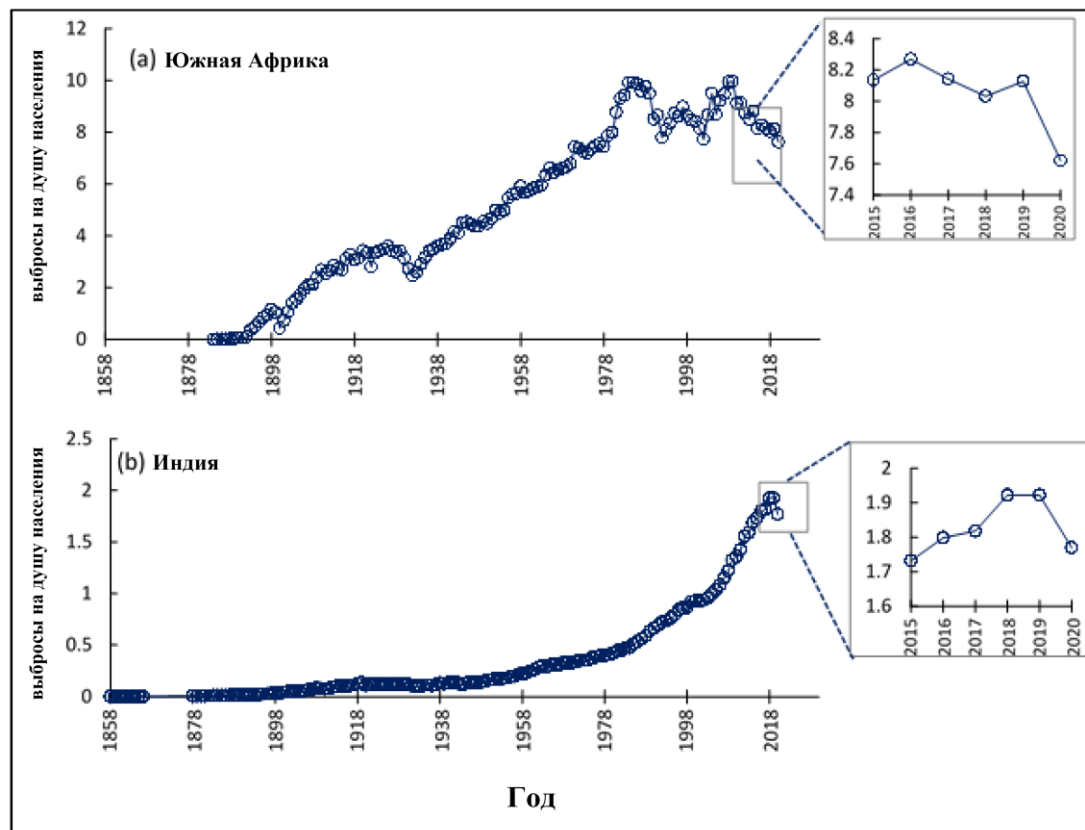


Рисунок 3. Выбросы парниковых газов на душу населения в Южной Африке (а) и Индии (б) демонстрируют снижение, связанное с COVID-19, с 2019 по 2020 г.

Профили выбросов ПГ для обеих стран с момента появления COVID-19 отражают взаимосвязь между операционными ограничениями, выраженными индексом строгости, и объемом выбросов на душу населения. Средний индекс жесткости в Южной Африке за этот период превысил 50% (рис. 4), что свидетельствует об ужесточении операционной среды, когда компании были буквально закрыты, передвижение было ограничено, а трафик сокращен. В результате это привело к снижению выбросов в производственных цепочках создания стоимости. В Индии в период 2020–2021 гг. средний индекс жесткости колебался от 50% до 100% (рис. 3), что указывает на то, что в этот период отрасли были практически закрыты из-за ограниченного производства и выбросов.

Как показано на рис. 4, в мае 2020 г., во время первой волны COVID-19, уровень жесткости был высоким для обеих стран. На тот момент в Индии уровень жесткости достиг 100%, что означало, что школы были закрыты, люди работали из дома, все системы промышленного производства были остановлены, а различные виды деятельности были приостановлены, что привело к сокращению выбросов, связанных с производством. В Индии жесткость оставалась выше 60% до октября 2021 г. Это имело последствия для выбросов, связанных с и производством, и с потреблением. Хотя жесткость в Южной Африке была ниже, чем в Индии, она

оставалась выше 40% до января 2022 г., что имело последствия для выбросов парниковых газов. Индекс жесткости более 40% для Южной Африки был связан с почти остановкой производственных процессов, поскольку работникам не разрешалось выходить на работу, за исключением тех, кто считался предоставляющим основные услуги. Это привело к появлению концепции работы на дому, что привело к сокращению выбросов в транспортном секторе и связанных с ним предприятиях.

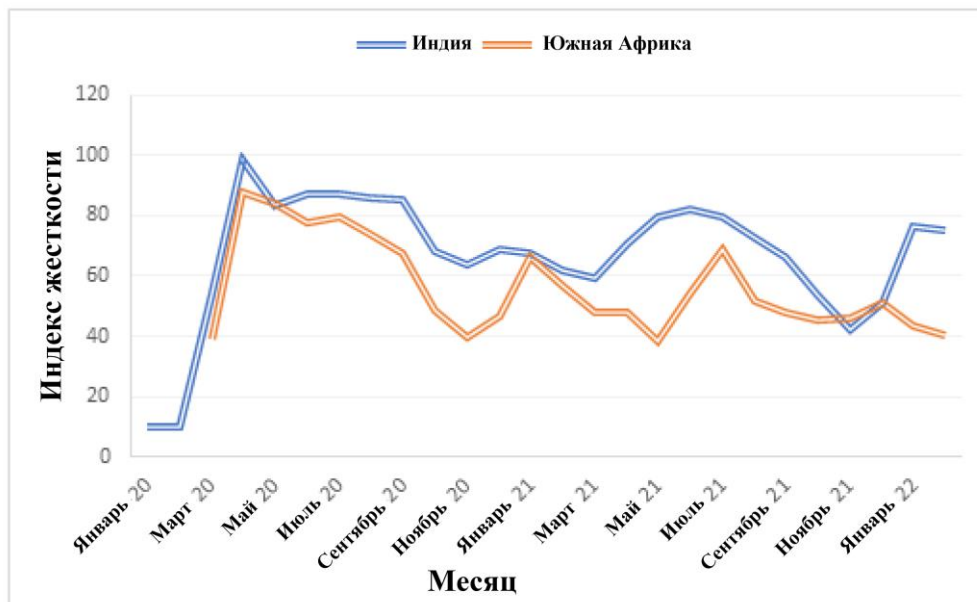


Рисунок 4. Ежемесячные индексы жесткости ограничений, связанных с COVID-19, для Южной Африки и Индии

Было также замечено, что вызванная COVID-19 культура работы на дому внесла значительный вклад в сокращение выбросов, связанных с транспортом (рис. 5). Выбросы в жилищном секторе оставались ниже, чем в других секторах, но они увеличивались в периоды жесткой изоляции, как показано на рис. 5.

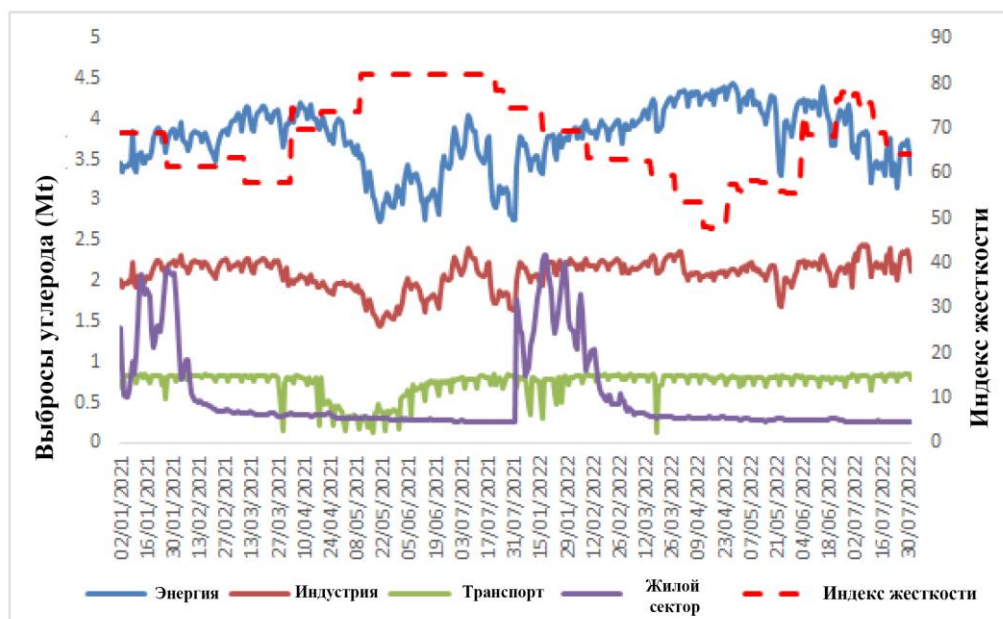


Рисунок 5. Ежедневные выбросы углерода по секторам (красная пунктирная линия показывает индекс жесткости, левая вертикальная ось показывает выбросы углерода, а правая вертикальная ось представляет индекс жесткости)

На рис. 6 показано, что увеличение индекса жесткости было связано со снижением выбросов, вызванных электроэнергией. То же самое относится и к выбросам промышленных предприятий, хотя скорость изменения промышленных выбросов была низкой. Пандемия COVID-19 ввела ограничения, которые в значительной степени контролировали интенсивность выбросов в Индии. Также была внедрена культура работы на дому, что способствовало сокращению выбросов, связанных с транспортом. На рис. 6 показана взаимосвязь между индексом жесткости и выбросами CO<sub>2</sub> в Индии.

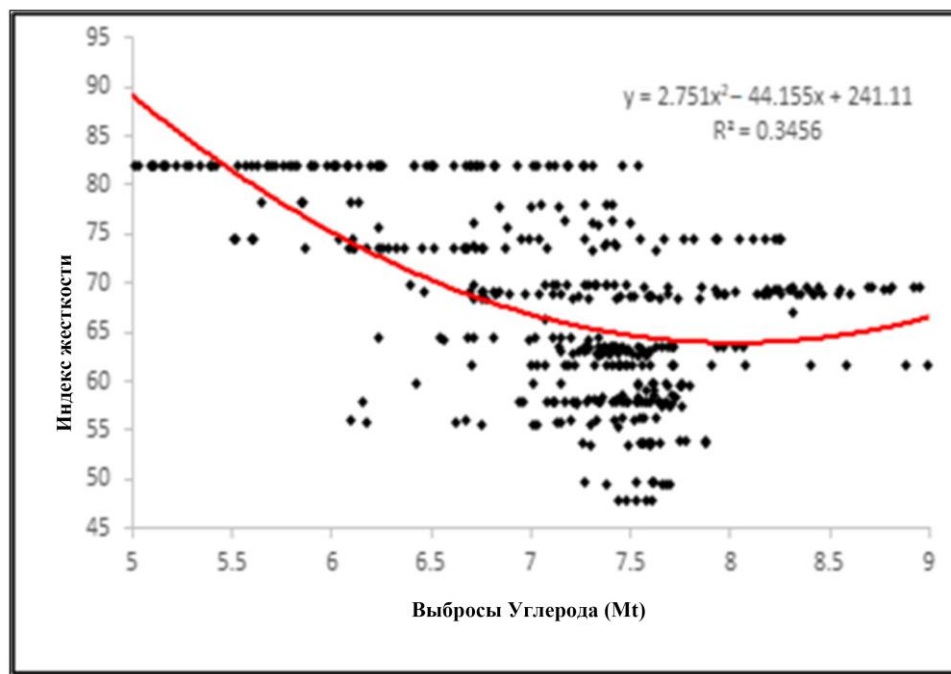


Рисунок 6. Взаимосвязь между индексом жесткости и выбросами CO<sub>2</sub> в Индии

Профили выбросов на 2019–2021 гг. для Индии и Южной Африки из-за ограничительных мер COVID-19 и связанных с ними побочных эффектов склоняются к амбициям по нулевым чистым выбросам. В этом смысле COVID-19 предоставляет возможность обеим странам и миру в целом учиться и адаптироваться к моделям поведения с низким уровнем выбросов.

### 3.2. Поведенческие изменения, вызванные COVID-19

В литературе сообщается о нескольких поведенческих изменениях, которые могут спровоцировать траекторию низких выбросов к 2050 году в результате пандемии COVID-19. На рисунке 7 показано, как изменение поведения, вызванное COVID-19, связано с нулевыми выбросами к 2050 г. как в Индии, так и в Южной Африке. Как показано на рис. 7, COVID-19 изменил потребление, производство и инвестиции на индивидуальном, домашнем, институциональном и кооперативном уровнях, а также на национальном уровне (Howarth et al., 2020; Herburn et al., 2020). Поведение стало более склонным к путям нулевых выбросов. Например, несколько компаний и образовательных учреждений в Индии и Южной Африке инвестируют в онлайн-средства для ведения бизнеса. COVID-19 доказал, что с помощью виртуальных платформ можно проводить международные конференции и вести бизнес в интернете с минимальным выбросом углекислого газа. Около 88% малых и средних предприятий (МСП) в Южной Африке указали на необходимость перехода на цифровые платформы (Mokwena, 2021). По прогнозам, электронная коммерция в Индии вырастет на 84% из-за COVID-19 (Shinde, 2021). Переход к онлайн-бизнесу сократил выбросы углекислого газа, связанные с воздушными путешествиями, автомобильным транспортом и использованием энергии, а также с другими

углеродоемкими видами деятельности, предоставив странам возможность реализовать амбиции по достижению нулевых выбросов. Хотя научных доказательств, связывающих изменение климата с пандемией COVID-19, не существует, ученые признают, что пандемии могут усугубить уязвимость общества и экономики к явлениям, связанным с изменением климата (Mende, Misra, 2021; Rowan, Galanakis, 2020; Norouzi et al., 2020; Jin, 2020), таким как волны тепла, циклоны, наводнения и засухи, среди прочих. Хотя стратегии восстановления Южной Африки после COVID-19 считаются углеродоемкими, предпринимаются усилия по проведению политики и инвестиций, которые являются углеродно-нейтральными. Как в Индии, так и в Южной Африке наблюдается активное стремление к принятию новых соглашений о правах интеллектуальной собственности для ускорения внедрения низкоуглеродных технологий.



Рисунок 7. Изменения в поведении, вызванные COVID-19, позволят Индии и Южной Африке достичь нулевых выбросов к 2050 г.

3.3. Вызванные COVID-19 барьеры на пути к нулевым выбросам

Влияние пандемии COVID-19 на траекторию нулевых выбросов в Индии и Южной Африке остается завуалированной. Однако ограничения, введенные во время пика пандемии COVID-19, способствовали снижению выбросов углекислого газа в обеих странах: выбросы на душу населения в Африке сократились примерно до 6,95 т в год с примерно 8,1 т в 2019 г. С другой стороны, в Индии наблюдалось сокращение выбросов от примерно 1,93 до примерно 1,75. Если такая траектория сохранится, цели по нулевому экономическому росту к 2050 г. будут легко достигнуты. Однако, учитывая влияние карантинных мер на экономическую производительность, этот путь является неустойчивым и практически невозможным. В результате этого исследования выяснилось, что COVID-19 создал ряд проблем для достижения нулевых выбросов к 2050 г. как в Индии, так и в Южной Африке. В табл. 1 показано количество исследований, в которых упоминаются конкретные проблемы, связанные с COVID-19 для усилий по нулевым выбросам или низкоуглеродному развитию.

Таблица 1

Избранные исследования, освещающие проблемы, связанные с COVID-19, в отношении нулевых выбросов к 2050 г.

| Вызов/Барьер                                                                                           | Примеры исследований                                                                                                                                                                                                    | Количество исследований в этом анализе |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>Замедление внедрения низкоуглеродных технологий</b>                                                 | (Mohideen, Ramakrishna, Prabu et al., 2021; Sharmina, Edelenbosch, Wilson et al., 2020; Rowan, Galanakis, 2020)                                                                                                         | 22                                     |
| <b>Увеличение выбросов</b>                                                                             | (Madkour, 2022; Andrew, 2020; Lenzen, Li, Malik et al., 2020; Pal, Chowdhuri, Saha et al., 2022; Forster, Forster, Evans et al., 2020; Aneja, Ahuja, 2021)                                                              | 8                                      |
| <b>Осложнение передачи технологий</b>                                                                  | (Mohideen, Ramakrishna, Prabu et al., 2021; Aneja, Ahuja, 2021; Sun, Wandelt, Zhang, 2021; Hartono, Yusuf, Hastuti et al., 2021; Somani, Srivastava, Gummadiwalli et al., 2020; Ravindra, Kaur-Sidhu, Mor et al., 2021) | 40                                     |
| <b>Снижение темпов внедрения технологий возобновляемой энергетики</b>                                  | (Huang, Tian, 2020; Adebayo, AbdulKareem, Bilal et al., 2022; Gollakota, Shu, 2022; Jin, 2020; Gebreslassie, 2020)                                                                                                      | 39                                     |
| <b>Сокращение потока информации о возобновляемых источниках энергии и траекториях нулевых выбросов</b> | (Jiang, Van Fan, Klemes, 2021; Akrofi, Antwi, 2020)                                                                                                                                                                     | 6                                      |
| <b>Затронуты мониторинг и реализация политики, связанной с чистыми нулевыми выбросами</b>              | (Le Quere, Jackson, Jones et al., 2020; Andrew 2020; Samuels, Grobbelaar, Booysen, 2021)                                                                                                                                | 4                                      |

Как показано в табл. 1, в исследованиях было упомянуто несколько проблем, показывающих, что COVID-19 препятствовал реализации политики и стратегии нулевых выбросов в Южной Африке и Индии. Сюда входят такие проблемы, как сдерживание внедрения низкоуглеродных технологий. Выяснилось, что низкоуглеродные технологии находятся под угрозой из-за пандемии. Это результат смещения фокуса правительства на предоставление финансирования или создание благоприятной среды для их принятия. Индия и Южная Африка столкнулись с огромными экономическими и социальными проблемами. В Индии, например, карантин, вызванный COVID-19, начавшийся в марте 2020 г. совпала с пиком сбора урожая Раби на северо-западе, что привело к огромным потерям фермеров (Анежа, Ахуа, 2021). Это также повлияло на всю цепочку создания стоимости в сельском хозяйстве, включая транспортные системы. Цепочки спроса и предложения в производственном секторе были нарушены. Около 12 млн индийцев оказались в нищете, 122 млн потеряли работу в апреле 2020 г., а 80% жителей городских центров испытали снижение своих доходов, в то время как психические заболевания среди 16 500 человек, как сообщается, усугублялись социальными проблемами, связанными с COVID-19 (Hossain et al., 2020).

В ЮАР в период с 26 марта 2020 г. по 3 апреля 2020 г. было зарегистрировано около 8700 случаев домашнего и гендерного насилия (Arndt et al., 2020). Предполагалось, что ситуация усугубилась пандемией COVID-19. Экономика сократилась на 7%, и около 1,5 млн

рабочих мест были потеряны из-за COVID-19 (Arndt, C., Davies, R., Gabriel, S., Harris, L., Makrelov, K., Modise, B., Anderson, L., 2020). Пандемия еще больше усугубила бедность и социальное неравенство (Kollamparambil, Oyenubi, 2021).

COVID-19 вызвал проблемы, которые привели к изменению приоритетов правительства. Индия и Южная Африка были озабочены введением строгих мер сдерживания, чтобы остановить распространение COVID-19. Кроме того, больше ресурсов и внимания было направлено на кризис здравоохранения. Еще одной приоритетной областью стало принятие политики и стратегий поддержки, направленных на минимизацию потерь рабочих мест, восстановление доходов, поддержку цепочек создания стоимости и активизацию производственных мощностей. Две страны БРИКС сосредоточили внимание на решении неотложных проблем, вызванных пандемией, и это негативно сказалось на траектории нулевых выбросов. В результате были затронуты инвестиции в инициативы по снижению выбросов углекислого газа, и от реализации стратегий нулевых выбросов практически отказались. Даже международные финансовые институты, такие как Международный валютный фонд (МВФ), профинансировали меры по борьбе с COVID-19 на миллиарды долларов. Например, Южная Африка получила 4,3 млрд долл. США от МВФ на борьбу с социально-экономическими последствиями COVID-19. Приоритеты государственных расходов и бюджеты как в Индии, так и в Южной Африке были реорганизованы, при этом приоритет был отдан мерам, связанным с COVID-19, и связанным с ними усилиям по восстановлению экономики.

Большинство стратегий восстановления экономики не поддерживают путь к нулевым выбросам.

Передача технологий – это стратегия, которая рассматривается как ключ к достижению цели по нулевым выбросам к 2050 г. (Stender, Moslener, Pauw, 2020; Risman et al., 2020). Неспособность развивающихся стран содействовать передаче низкоуглеродных технологий является самым большим препятствием на пути к достижению нулевых выбросов к 2050 г. В Южной Африке и Индии предпринимаются серьезные усилия по внедрению новых возобновляемых источников энергии и низкоуглеродных технологий в рамках подготовки к пути «чистого нуля» к 2050 г. Однако COVID-19 создал барьеры, которые ставят под угрозу существующие обязательства и поставленные цели. В ходе исследования выяснилось, что COVID-19 замедлил процесс передачи технологий в обеих странах, как показано на рис. 8.

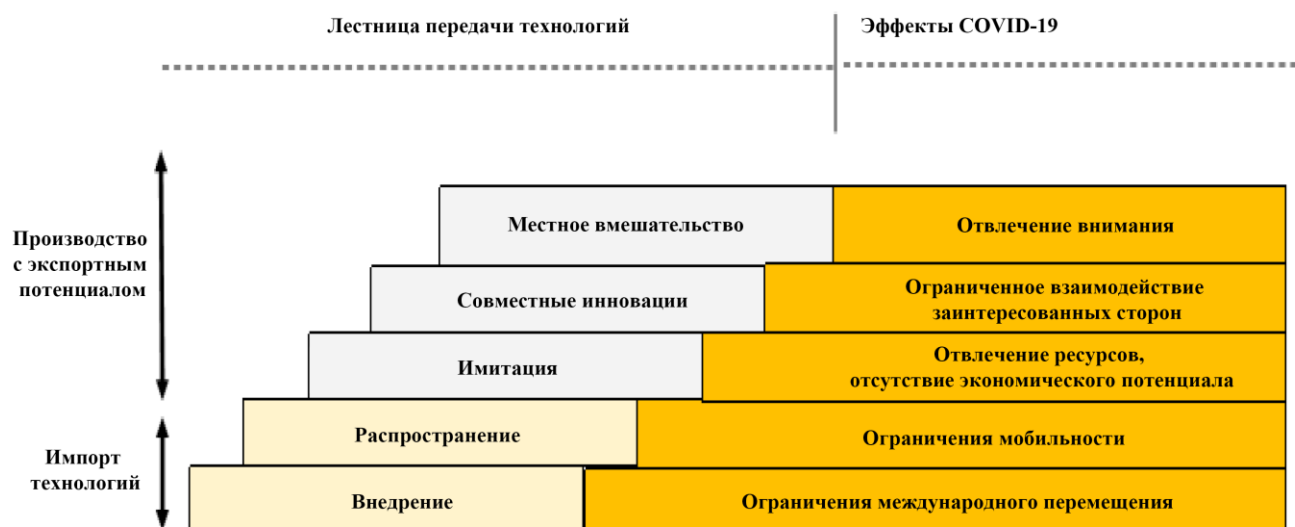


Рисунок 8. Барьеры, созданные COVID-19 на лестнице передачи технологий

Как показано на рис. 8, передача технологий происходит поэтапно, начиная с фазы внедрения, фазы распространения, фазы имитации, фазы совместных инноваций и, наконец, фазы местного вмешательства. На каждом этапе лестницы передачи технологий COVID-19 создал некоторые проблемы. К ним относятся ограничение поездок, ограничения мобильности, отвлечение ресурсов, ограниченное физическое взаимодействие заинтересованных сторон и отвлечение внимания правительств и предпринимателей.

В соответствии с ранее проведенным исследованием влияния COVID-19 на экономику и экосистему (Ibn-Mohammed et al., 2021) в этом исследовании также отмечается, что гонка за нулевыми выбросами к 2050 г. требует быстрого перехода к низкоуглеродной экономике. Решающее значение имеют радикальные новые инновации в дополнение к постепенным модификациям существующих технологий. Ф. Кальвино и др. (Calvino, Criscuolo, Menon, 2016) заметили, что молодые и небольшие организации обладают большей гибкостью для внедрения радикальных инноваций, чем более старые. Однако Д. Белл и др. (Bell, 2020) отметили, что молодые и небольшие организации имеют высокую вероятность серьезного ущерба от COVID-19 по сравнению с действующими и более крупными фирмами из-за отсутствия доступа к капиталу для преодоления временных потрясений.

В Южной Африке из-за COVID-19 закрылось около 1000 предприятий. В Индии закрылось около 43% МСП. В ходе этого процесса COVID-19 уничтожил новые и мелкие фирмы, обладающие потенциалом для внедрения и распространения чистых технологий, которые будут способствовать расширению пула технологий возобновляемой энергетики, доступных в стране, способствуя созданию более чистой окружающей среды, что способствует достижению цели Парижского соглашения по сокращению выбросов углерода и достижения углеродной нейтральности к 2050 г. В табл. 2 показано количество отраслей, деятельность которых пострадала от COVID-19, что привело к их полной остановке.

Таблица 2

Отрасли Южной Африки, закрытие которых было частично или полностью вызвано пандемией COVID-19<sup>1</sup>

| Отрасли                        | Количество, ликвидированное в январе – июне 2021 г. | Количество, ликвидированное в июне 2020 г. | Количество, ликвидированное в мае 2021 г. | Количество, ликвидированное в июне 2021 г. | Процент новых/малых фирм |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------|
| Сельское хозяйство             | 9                                                   | 0                                          | 2                                         | 0                                          | 67.8                     |
| Добыча полезных ископаемых     | 5                                                   | 1                                          | 1                                         | 2                                          | 93                       |
| Производство                   | 44                                                  | 9                                          | 9                                         | 5                                          | 88.3                     |
| Электричество, газ и вода      | 6                                                   | 1                                          | 0                                         | 2                                          | 94.5                     |
| Строительство                  | 36                                                  | 4                                          | 7                                         | 3                                          | 98                       |
| Торговля, питание и проживание | 217                                                 | 28                                         | 42                                        | 30                                         | 86.5                     |
| Транспорт, хранение, связь     | 25                                                  | 2                                          | 7                                         | 3                                          | 90.1                     |
| Финансирование, страхование,   | 322                                                 | 32                                         | 59                                        | 44                                         | 77.8                     |

<sup>1</sup> Источник: по данным (Arndt et al., 2020).

| Отрасли                                       | Количество, ликвидированное в январе – июне 2021 г. | Количество, ликвидированное в июне 2020 г. | Количество, ликвидированное в мае 2021 г. | Количество, ликвидированное в июне 2021 г. | Процент новых/малых фирм |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------|
| недвижимость                                  |                                                     |                                            |                                           |                                            |                          |
| Общественные, социальные, персональные услуги | 72                                                  | 7                                          | 14                                        | 14                                         | 92                       |
| Прочие                                        | 261                                                 | 50                                         | 50                                        | 29                                         | 98.8                     |
| Всего                                         | 997                                                 | 134                                        | 191                                       | 132                                        | 88.68                    |

В табл. 2 показано, что несколько отраслей промышленности Южной Африки прямо или косвенно пострадали от COVID-19, что привело к их закрытию и потере рабочих мест, а также к другим побочным эффектам. Всего с января по июнь 2021 г. было зарегистрировано 997 таких компаний. Большинство компаний небольшие и молодые и не смогли справиться с проблемами, вызванными политикой блокировки. Как представлено в табл. 2, около 88,68% от общего числа закрытых или недееспособных компаний были либо новыми, либо действовали в небольших масштабах. В контексте достижения нулевых выбросов к 2050 г. такие потери окажут влияние на долгосрочные климатические цели, учитывая каталитическую роль, которую эти компании играют во внедрении технологий.

Выяснилось, что COVID-19 усугубил финансовую несостоятельность южноафриканской электроэнергетической компании «Eskom», способствуя задержкам в расширении мощностей возобновляемой энергетики. Был достигнут прогресс в пересмотре цен на электроэнергию для проектов возобновляемой энергетики, уже подключенных к сети, но COVID-19 считается фактором, способствующим задержкам в разработке устойчивой стратегии включения возобновляемых источников энергии в систему. COVID-19 вызвал ненасытный аппетит к экономическому восстановлению, характеризующемуся огромными выбросами в результате использования ископаемого топлива. Существует вероятность более высокого, чем ожидалось, экономического восстановления в период после COVID-19, поскольку компании пытаются оправиться от простоя, вызванного пандемией. Резервный банк ЮАР прогнозировал восстановление ВВП на 4,6% (SARB., 2022). Climate Action Tracker (CAT) прогнозирует, что к 2030 г. выбросы парниковых газов в Южной Африке будут примерно на 31–61 млн т CO<sub>2</sub>-экв. выше, чем предыдущие прогнозы, из-за эффекта отскока. Поток высокоуглеродных стратегий выстроен в качестве мер восстановления в течение 12-месячного периода. Например, намеренно продвигается горнодобывающая деятельность без акцента на низкоуглеродных операциях. На сегодня только 4% расходов на восстановление было направлено на меры по снижению выбросов углекислого газа.

Такая реакция противоречит внутренним и международным призывам к восстановлению экономики с низким уровнем выбросов углекислого газа и тормозит прогресс в достижении амбиций по достижению нулевого уровня выбросов к 2050 г.

## Выводы

Распространение COVID-19 вызвало последствия для всего сектора, сопровождающиеся человеческими жертвами, экономическими кризисами, снижением спроса на энергию, потерей рабочих мест и различными другими социальными, экономическими и культурными пороками. Однако эмпирические исследования показали, что произошло улучшение качества окружающей среды, отмеченное снижением количества выбросов парниковых газов в

атмосферу. Очевидно, что COVID-19 принес как проблемы, так и возможности. Несмотря на множество негативных последствий пандемии для всех аспектов жизни, была реализована попытка природы восстановить климатический баланс. В этом исследовании изучались пути Индии и Южной Африки к траектории чистого нуля к 2050 г. в контексте пандемии COVID-19. Выяснилось, что пандемия создала как возможности, так и препятствия на пути достижения низкоуглеродной экономики для обеих стран.

Барьеры включают в себя создание среды, которая затрудняет распространение информации о нулевых показателях среди сообществ, свертывание процесса передачи технологий, сокращение вариантов использования энергии, а также другие препятствия. Ввиду этих барьеров сокращение выбросов рассматривается как временное снижение, что является общей чертой исторических глобальных кризисов, которые спровоцировали кратковременное снижение выбросов, но в конечном итоге выбросы возобновились и последовали обычной тенденции, ведущей к потеплению земного шара.

С другой стороны, COVID-19 также предоставил некоторые возможности в виде изменений в инвестиционном поведении, потребительском поведении, производственном поведении и еще раз подчеркивании ключевой роли окружающей среды для устойчивых систем здравоохранения. Такие изменения считаются важными составляющими траектории достижения нулевых выбросов. После необычайного снижения мирового спроса на энергию и отсутствия поддержки предприятий по производству ископаемого топлива инвесторы с беспрецедентным уровнем решимости и энтузиазма обращают свое внимание на возобновляемые источники энергии с конечной целью достижения углеродной нейтральности или нулевых выбросов к 2050 г. Отношение на всех уровнях (политики, отрасли и сообщества) постепенно смещается в сторону низкоуглеродных технологий и постепенного отказа от предприятий, загрязняющих окружающую среду. Следовательно, инвестиции в зеленую энергетику увеличились по сравнению с периодом до COVID-19 в разы. Следуя этой траектории, производство может быть восстановлено до нормального состояния путем создания и расширения производственных предприятий, основанных на зеленой энергетике, создавая дополнительные возможности, такие как занятость и экологическая устойчивость, среди прочего. Опираясь на усилия по восстановлению после COVID-19, экономикам необходимо воспользоваться ключевыми инициативами в области возобновляемых источников энергии для поддержки перехода к чистой энергетике, а также создать подходящие условия для более сильной экономики с более отзывчивыми и надежными системами здравоохранения, способными противостоять глобальным кризисам в области здравоохранения.

Учитывая вышеизложенное, заинтересованные стороны и мир в целом должны сосредоточиться на барьерах или использовать имеющиеся возможности для продвижения программы достижения нулевого уровня выбросов к 2050 г. Важно подчеркнуть наблюдение о том, что пандемия COVID-19 послала сигнал привычному ведению бизнеса, указывая на важность переосмысления и восстановления общеэкономических ценностей и норм, основанных на соображениях системной устойчивости. Изменение норм, ценностей и представлений может стать стимулом для разработки преобразующих и амбициозных политических инструментов и стратегий, которые способствуют достижению чистого нуля к 2050 г. Политика и

стратегии будут стратегически ориентированы на использование преимуществ низкоуглеродных возможностей после COVID-19<sup>2</sup>.

## Список литературы

Adebayo T.S., Abdul Kareem H.K.K, Bilal Kirikkaleli D., Shah M.I., Abbas S. CO<sub>2</sub> behavior amidst the COVID-19 pandemic in the United Kingdom: The role of renewable and non-renewable energy development // *Renewable Energy*. 2022. Vol. 189. P. 492–501. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.02.111>.

Akrofi M.M.C, Antwi S.H. COVID-19 energy sector responses in Africa: A review of preliminary government interventions // *Energy Research and Social Science*. 2020. Vol. 68. DOI: [10.1016/j.erss.2020.101681](https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101681).

Andrew R.M. Timely estimates of India's annual and monthly fossil CO<sub>2</sub> emissions // *Earth System Science Data*. 2020. Vol. 12. P. 2411–2421. DOI: [10.5194/essd-12-2411-2020](https://doi.org/10.5194/essd-12-2411-2020).

Aneja R., Ahuja V. An assessment of the socioeconomic impact of COVID-19 pandemic in India // *Journal of Public Affairs*. 2021. Vol. 21. e2266. DOI: [10.1002/pa.2266](https://doi.org/10.1002/pa.2266).

Azevedo V.G., Sartori S., Campos L.M.S. CO<sub>2</sub> emissions: A quantitative analysis among the BRICS nations // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2018. Vol. 81. P. 107–115. DOI: [10.1016/j.rser.2017.07.027](https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.07.027).

Bai Y., Yao L., Wei T., Tian F., Jin D.Y., Chen L., Wang M. Presumed Asymptomatic Carrier Transmission of COVID-19 // *JAMA*. 2020. No. 323 (14). P. 1406–1407. DOI: [10.1001/jama.2020.2565](https://doi.org/10.1001/jama.2020.2565).

Barbier E.B., Burgess J.C., Sustainability and development after COVID-19 // *World Development*. 2020. Vol. 135. DOI: [10.1016/j.worlddev.2020.105082](https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105082).

Bell D. COVID-19: Democracy and hard choices in public health // *BMJ*. 2020. No. 369. DOI: [10.1136/bmj.m2090](https://doi.org/10.1136/bmj.m2090).

Calvino F., Criscuolo C., Menon C. No Country for Young Firms? Start-Up Dynamics and National Policies // *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*. Paris: OECD Publishing, 2018.

Chapungu L., Nhamo L., Gatti R.C. Estimating biomass of savanna grasslands as a proxy of carbon stock using multispectral remote sensing // *Remote Sensing Applications: Society and Environment*. 2020. Vol. 17. DOI: [10.1016/j.rsase.2019.100275](https://doi.org/10.1016/j.rsase.2019.100275).

Ching J., Kajino M. Rethinking air quality and climate change after COVID-19 // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020. Vol. 17. DOI: [10.3390/ijerph17145167](https://doi.org/10.3390/ijerph17145167).

---

<sup>2</sup> Вклад авторов: концептуализация Лазарь Чапунгу, Дэвид Чикодзи и Малебахоа Анисия Маозла, написание первого черновика Лазарь Чапунгу, рецензия на первый черновик Годвелл Нхамо, Малебахоа Анисия Маозла и Дэвид Чикодзи, проверки Годвелл Нхамо и Малебахоа Анисия Маозла, правки Лазарь Чапунгу и Малебахоа Анисия Маозла. Все авторы прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи.

Финансирование: Это исследование не получило финансирования от какого-либо лица, учреждения или организации.

Заявление Институционального наблюдательного совета: Неприменимо.

Заявление об информированном согласии: Информированное согласие было получено от всех субъектов, участвовавших в исследовании.

Заявление о доступности данных: Не применимо.

Конфликты интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Копирайт: © 2022 авторов. Лицензиат MDPI, Базель, Швейцария. Эта статья находится в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Dang H.S., Nguyen T.M.T., Wang C.N., Day J.D., Dang T.M.H. Gray system theory in the study of medical tourism industry and its economic impact // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020. Vol. 17. DOI: 10.3390/ijerph17030961.

Ding Y.J., Li C.Y., Wang X., Wang Y., Wang S.X., Chang Y.P., Qin J., Wang S.P., Zhao Q.D., Wang Z.R. An overview of climate change impacts on the society in China // *Advances in Climate Change Research*. 2021. Vol. 12. P. 210–223. DOI: 10.1016/j.accre.2021.03.002.

Feig G.T., Joubert W.R., Mudau A.E., Monteiro P.M.S. South African carbon observations: CO<sub>2</sub> measurements for land, atmosphere and ocean // *South African Journal of Science*. 2017. Vol. 113. P. 1–4. DOI: 10.17159/sajs.2017/a0237.

Figuerola-Domecq C., Pritchard A., Segovia-Perez M., Morgan N., Villace-Molinero T. Tourism gender research: A critical accounting // *Annals of Tourism Research*. 2015. Vol. 52. P. 87–103. DOI: 10.1016/j.annals.2015.02.001.

Filimonau V., Archer D., Bellamy L., Smith N., Wintrip R. The carbon footprint of a UK University during the COVID-19 lockdown // *Science of The Total Environment*. 2021. Vol. 756. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.143964.

Fletcher W.D., Smith C.B. What would it take to reach net zero? // *Reaching Net Zero: What it Takes to Solve the Global Climate Crisis*. Amsterdam: Elsevier, 2020. P. 107–122. DOI: 10.1016/B978-0-12-823366-5.00009-9.

Forster P. M., Forster H.I., Evans M.J., Gidden M.J., Jones C.D., Keller Calif., Turnock S.T. Current and future global climate impacts resulting from COVID-19 // *Nature Climate Change*. 2020. Vol. 10. P. 913–919. DOI: 10.1038/s41558-020-0883-0.

Gebreslassie M.G. COVID-19 and energy access: An opportunity or a challenge for the African continent? // *Energy Research and Social Science*. 2020. Vol. 68. DOI: 10.1016/j.erss.2020.101677.

Ghiani E., Galici M., Mureddu M., Pilo F. Impact on electricity consumption and market pricing of energy and ancillary services during pandemic of COVID-19 in Italy // *Energies*. 2020. Vol. 13. DOI: 10.3390/en13133357.

Gollakota A.R.K., Shu C.M. COVID-19 and energy sector: Unique opportunity for switching to clean energy // *Gondwana Research*. 2022. Vol. 114. P. 93–116. DOI: 10.1016/j.gr.2022.01.014.

Greyling T., Rossouw S., Adhikari T. The good, the bad and the ugly of lockdowns during COVID-19 // *Plos One*. 2021. Vol. 16. DOI: 10.1371/journal.pone.0245546.

Hartono D., Yusuf A.A., Hastuti S.H., Saputri N.K., Syaifudin N. Effect of COVID-19 on energy consumption and carbon dioxide emissions in Indonesia. // *Sustainable Production and Consumption*. 2021. Vol. 28. P. 391–404. DOI: 10.1016/j.spc.2021.06.003.

Hepburn C., O'Callaghan B., Stern N., Stiglitz J., Zenghelis D. Will COVID-19 fiscal recovery packages accelerate or retard progress on climate change? // *Oxford Review of Economic Policy*. 2020. Vol. 36. P. 359–381. DOI: 10.1093/oxrep/graa015.

Hossain M., Purohit N., Sharma R., Bhattacharya S., Mckyer E.L., J., Ma P. Suicide of a farmer amid COVID-19 in India // *Center for Open Science*. 2020. P. 1–8. DOI: 10.31219/osf.io/ekam3.

Howarth C., Bryant P., Corner A., Fankhauser S., Gouldson A., Whitmarsh L., Willis R. Building a Social Mandate for Climate Action: Lessons from COVID-19 // *Environmental and Resource Economics*. 2020. Vol. 76. P. 1107–1115. DOI: 10.1007/s10640-020-00446-9.

Huang R., Tian L. CO<sub>2</sub> emissions inequality through the lens of developing countries // *Applied Energy*. 2020. Vol. 281. DOI: 10.1016/j.apenergy.2020.116043.

Ibn-Mohammed T., Mustapha K.B., Godsell J., Adamu Z., Babatunde K.A., Akintade D.D.,

Koh S.C.L. 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*. 2021. Vol. 164. DOI: 10.1016/j.resconrec.2020.105169.

Janjua Z.U.A., Krishnapillai G., Rahman M. A Systematic Literature Review of Rural Homestays and Sustainability in Tourism // *SAGE Open*. 2021. Vol. 11 (2). DOI: 10.1177/21582440211007117.

Jiang P., Van Fan Y., Klemes J.J. Impacts of COVID-19 on energy demand and consumption: Challenges, lessons and emerging opportunities // *Applied Energy*. 2021. Vol. 285. DOI: 10.1016/j.apenergy.2021.116441.

Jin S. COVID-19, Climate Change, and Renewable Energy Research: We Are All in This Together, and the Time to Act Is Now // *ACS Energy Letters*. 2020. Vol. 5. P. 1709–1711. DOI: 10.1021/acsenergylett.0c00910.

Khan I., Shah, D., Shah S.S. COVID-19 pandemic and its positive impacts on environment: An updated review // *International Journal of Environmental Science and Technology*. 2021. Vol. 18. P. 521–530. DOI: 10.1007/s13762-020-03021-3.

Khan Z., Ali S., Umar M., Kirikkaleli D., Jiao Z. Consumption-based carbon emissions and international trade in G7 countries: The role of environmental innovation and renewable energy // *Science of The Total Environment*. 2020. Vol. 730. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.138945.

Kollamparambil U., Oyenubi A. Behavioral response to the COVID-19 pandemic in South Africa // *Plos One*. 2021. Vol. 16. DOI: 10.1371/journal.pone.0250269.

Konig A., Drefiler A. A mixed-methods analysis of mobility behavior changes in the COVID-19 era in a rural case study // *European Transport Research Review*. 2021. Vol. 13. DOI: 10.1186/s12544-021-00472-8.

Krausmann F., Wiedenhofer D., Haberl H. Growing stocks of buildings, infrastructures and machinery as a key challenge for compliance with climate targets // *Global Environmental Change*. 2020. Vol. 61. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2020.102034.

Kumar A., Singh P., Raizada P., Hussain C.M. Impact of COVID-19 on greenhouse gases emissions: A critical review // *Science of The Total Environment*. 2022. Vol. 806. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.150349.

Lahane B., Ganesh J. Impacts of Global Warming and Climate Change: A Geographical Study // *Proceedings of the First International Conference on Climate Change and Its Effect on Biodiversity, Commerce and Economics*. Pune, India, 2020. DOI: 10.13140/RG.2.2.10305.51047.

Lahiani A., Mefteh-Wali S., Shahbaz M., Vo X.V. Does financial development influence renewable energy consumption to achieve carbon neutrality in the USA? // *Energy Policy*. 2021. Vol. 158. DOI: 10.1016/j.enpol.2021.112524.

Lamb W.F., Res E., Lamb W.F., Wiedmann T., Pongratz J., Andrew R., Hubacek K. A review of trends and drivers of greenhouse gas emissions by sector from 1990 to 2018 // *Environmental Research Letters*. 2021. Vol. 16. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abee4e>.

Laughner J.L., Neu J.L., Schimel D., Wennberg P.O., Barsanti K., Bowman K.W., Zeng Z.C. Societal shifts due to COVID-19 reveal large-scale complexities and feedbacks between atmospheric chemistry and climate change // *Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences*. 2021. Vol. 118. DOI: 10.1073/pnas.2109481118.

Le Quere C., Jackson R.B., Jones M.W., Smith A.J.P., Abernethy S., Andrew R.M., Peters G.P. Temporary reduction in daily global CO<sub>2</sub> emissions during the COVID-19 forced confinement // *Nature Climate Change*. 2020. Vol. 10. P. 647–653. DOI: 10.1038/s41558-020-0797-x.

Lenzen M., Li M., Malik A. et al. Global socio-economic losses and environmental gains from

the Coronavirus pandemic // Plos One. 2020. Vol. 15. DOI: 10.1371/journal.pone.0235654.

Liu Z., Ciais P., Deng Z., Davis S.J., Zheng B., Wang Y., Ke P. Carbon Monitor: A near-real-time daily dataset of global CO<sub>2</sub> emission from fossil fuel and cement production // Scientific Data. 2020. DOI: 10.1038/s41597-020-00708-7.

Liu Z., Ciais P., Deng Z., Lei R., Davis S.J., Feng S., Schellnhuber H.J. Near-real-time monitoring of global CO<sub>2</sub> emissions reveals the effects of the COVID-19 pandemic // Nature Communications. 2020. Vol. 11. DOI: 10.1038/s41467-020-18922-7

Madkour K.M. Monitoring the impacts of COVID-19 pandemic on climate change and the environment on Egypt using Sentinel-5P Images, and the Carbon footprint methodology // The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science. 2022. No. 25. P. 205–219. DOI: 10.1016/j.ejrs.2021.07.003.

Mardani A., Streimikiene D., Cavallaro F., Loganathan N., Khoshnoudi M. Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions and economic growth: A systematic review of two decades of research from 1995 to 2017 // Science of The Total Environment. 2019. Vol. 649. P. 31–49. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.08.229.

Mende M., Misra V. Time to Flatten the Curves on COVID-19 and Climate Change. Marketing Can Help // Journal of Public Policy and Marketing. 2021. Vol. 40. P. 94–96. DOI: 10.1177/0743915620930695.

Mohideen M.M., Ramakrishna S., Prabu S., Liu Y. Advancing green energy solution with the impetus of COVID-19 pandemic // Journal of Energy Chemistry. 2021. Vol. 59. P. 688–705. DOI: 10.1016/j.jechem.2020.12.005.

Mostafa M.K., Gamal G., Wafiq A. The impact of COVID 19 on air pollution levels and other environmental indicators. A case study of Egypt // Journal of Environmental Management. 2021. Vol. 277. DOI: 10.1016/j.jenvman.2020.111496.

Naderipour A., Abdul-Malek Z., Ahmed N.A., Kamyab H., Ashokkumar V., Ngamcharussrivichai C., Chelliapan S. Effect of COVID-19 virus on reducing GHG emission and increasing energy generated by renewable energy sources: A brief study in Malaysian context // Environmental Technology and Innovation. 2020. Vol. 20. DOI: 10.1016/j.eti.2020.101151.

Nguyen X.P., Hoang A.T., Olger A.I., Huynh T.T. Record decline in global CO<sub>2</sub> emissions prompted by COVID-19 pandemic and its implications on future climate change policies // Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental Effects. 2021. P. 1–4. DOI: 10.1080/15567036.2021.1879969.

Norouzi N., Zarazua de Rubens G., Choubanpishehzafar S., Enevoldsen P. When pandemics impact economies and climate change: Exploring the impacts of COVID-19 on oil and electricity demand in China // Energy Research and Social Science. 2020. Vol. 68. DOI: 10.1016/j.erss.2020.101654.

Obobisa E.S. Achieving 1.5°C and net-zero emissions target: The role of renewable energy and financial development // Renewable Energy. 2022. Vol. 188. P. 967–985. DOI: 10.1016/j.renene.2022.02.056.

Oladunni O.J., Mpofu K., Olanrewaju O.A. Greenhouse gas emissions and its driving forces in the transport sector of South Africa // Energy Reports. 2022. Vol. 8. P. 2052–2061. DOI: 10.1016/j.egyr.2022.01.123.

Pal S.C., Chowdhuri I., Saha A., Ghosh M., Roy P., Das B., Shit M. COVID-19 strict lockdown impact on urban air quality and atmospheric temperature in four megacities of India // Geoscience Frontiers. 2022. Vol. 13. DOI: 10.1016/j.gsf.2022.101368.

Ravindra K., Kaur-Sidhu M., Mor S., Chakma J., Pillarisetti A. Impact of the COVID-19

pandemic on clean fuel programs in India and ensuring sustainability for household energy needs. // Environment International. 2021. Vol. 147. DOI: 10.1016/j.envint.2020.106335.

Ray R.L., Singh V.P., Singh S.K., Acharya B.S., He Y. What is the impact of COVID-19 pandemic on global carbon emissions? // Science of The Total Environment. 2022. Vol. 816. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.151503.

Risman J., Bataille C., Masanet E., Aden N., Morrow W.R., Zhou N., Helseth J. Technologies and policies to decarbonize global industry: Review and assessment of mitigation drivers through 2070 // Applied Energy. 2020. Vol. 266. DOI: 10.1016/j.apenergy.2020.114848.

Rowan N.J., Galanakis C.M. Unlocking challenges and opportunities presented by COVID-19 pandemic for cross-cutting disruption in agri-food and green deal innovations: Quo Vadis? // Science of The Total Environment. 2020. Vol. 748. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.141362.

Samuels J.A., Grobbelaar S.S., Booysen M.J. Pandemic and bills: The impact of COVID-19 on energy usage of schools in South Africa // Energy for Sustainable Development. 2021. Vol. 65. P. 101–106. DOI: 10.1016/j.esd.2021.10.001.

Sharmina M., Edelenbosch O.Y., Wilson C., Freeman R., Gernaat D.E., H.J., Gilbert P., Le Quere C. Decarbonising the critical sectors of aviation, shipping, road freight and industry to limit warming to 1.5–2°C // Climate Policy. 2020. Vol. 21. P. 455–474. DOI: 10.1080/14693062.2020.1831430.

Shikwambana L., Kganyago M. Assessing the Responses of Aviation-Related SO<sub>2</sub> and NO<sub>2</sub> Emissions to COVID-19 Lockdown Regulations in South Africa // Remote Sensing. 2021. Vol. 13. DOI: 10.3390/rs13204156.

Slorach P.C., Stamford L. Net zero in the heating sector: Technological options and environmental sustainability from now to 2050 // Energy Conversion and Management. 2021. Vol. 230. DOI: 10.1016/j.enconman.2021.113838.

Somani M., Srivastava A.N., Gummadivalli S.K., Sharma A. Indirect implications of COVID-19 towards sustainable environment: An investigation in Indian context // Bioresource Technology Reports. 2020. Vol. 11. DOI: 10.1016/j.biteb.2020.100491.

Stender F., Moslener U., Pauw W.P. More than money: Does climate finance support capacity building? // Applied Economics Letters. 2020. Vol. 27. P. 1247–1251. DOI: 10.1080/13504851.2019.1676384.

Sun X., Wandelt S., Zhang A. Vaccination passports: Challenges for a future of air transportation // Transport Policy. 2021. Vol. 110. P. 394–401. DOI: 10.1016/j.tranpol.2021.06.018.

Vieira B.P.J., Braga V.C.K., Pereira R.H.M. The impact of COVID-19 on air passenger demand and CO<sub>2</sub> emissions in Brazil // Energy Policy. 2022. Vol. 164. DOI: 10.1016/j.enpol.2022.112906.

Viola E., Basso L. Wandering decarbonization: The BRIC countries as conservative climate powers // Revista Brasileira de Política Internacional. 2016. Vol. 59. P. 1–22. DOI: 10.1590/0034-7329201600101.

Wang Q., Jiang R. Is Carbon Emission Growth Decoupled from Economic Growth in Emerging Countries? New Insights from Labor and Investment Effects // Journal of Cleaner Production. 2019. Vol. 248. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.119188.

Country Greenhouse Gas Emissions: Sources and Methods // Washington, DC: WRI, 2019.

Xu T., Wang W., Du J. An Integrative Review of Patients' Experience in the Medical Tourism // Inquiry. 2020. Vol. 57. P. 1–14. DOI: 10.1177/0046958020926762.

Yang E.C., L., Khoo-Lattimore C., Arcodia C. A systematic literature review of risk and

gender research in tourism // *Tourism Management*. 2017. Vol. 58. P. 89–100. DOI: 10.1016/j.tourman.2016.10.011.

Yaya S., Yeboah H., Charles C.H., Otu A., Labonte R. Ethnic and racial disparities in COVID-19-related deaths: Counting the trees, hiding the forest // *BMJ Global Health*. 2020. Vol. 5. DOI: 10.1136/bmjgh-2020-002913.

Zhang S., An K., Li J., Weng Y., Zhang S., Wang S., Cai W., Wang C., Gong P. Incorporating health co-benefits into technology pathways to achieve China's 2060 carbon neutrality goal: A modeling study // *Lancet Planetary Health*. 2021. Vol. 5. P. 808–817. DOI: 10.1016/S2542-5196(21)00252-7.

60.6 million people in South Africa. Improving Lives through Data Ecosystems // *Stats SA*. 2022: URL: <https://www.statssa.gov.za/?p=15601> (дата обращения: 31.08. 2022).

Addressing the Electricity Access Gap // *World Bank*. 2022: URL: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/12530> (дата обращения: 13.06.2022).

Against Global Trend, Brazil Increased Emissions during the Pandemic // *IPAM*. 2022: URL: <https://ipam.org.br/against-global-trend-brazil-increased-emissions-during-the-pandemic/> (дата обращения: 1.07. 2022).

Arndt C., Davies R., Gabriel S., Harris L., Makrelov K., Modise B., Anderson L., Impact of COVID-19 on the South African economy. Southern Africa-Towards Inclusive Economic Development // *SA TIED*. 2020. Vol. 27: URL: <https://www.ifpri.org/publication/impact-covid-19-south-african-economy-initial-analysis> (дата обращения: 16.06.2022).

Climate Change 2021. The Physical Science Basis, Working Group Contribution of to the Sixth Assessment Report of the IPCC. // *Proceedings of the 14th Session of Working Group I and 54th Session of the IPCC*. Geneva, Switzerland. 2021: URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/> (дата обращения: 14.06.2022)

Coronavirus (COVID-19) Vaccinations // *OWD. Statistics and Research*. 2021: URL: <https://ourworldindata.com/org/covid-vaccinations> (дата обращения: 16.06.2021).

COVID-19 Vaccines // *WHO*. 2022: URL: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/covid-19-vaccines> (дата обращения: 13.06.2022).

D'souza R. A Stocktaking of BRICS Performance in Climate Action // *Observer Research Foundation*. 2022: URL: <https://policycommons.net/artifacts/2258438/a-stocktaking-of-brics-performance-in-climate-action/3017135/> (дата обращения: 13.09.2022).

Energy Technology Perspectives 2014. The Energy Mix // *IEA*. 2014: URL: <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2014> (дата обращения: 14.06.2022).

Global Overview: The COVID-19 pandemic. Electricity Market Report // *IEA*. 2020: URL: <https://www.iea.org/reports/electricity-market-report-december-2020/2020-global-overview-the-covid-19-pandemic> (дата обращения: 16.06.2022).

Kings S. COVID-19 Brings South Africa's Daily Carbon Emissions Down by 20% // *Guardian*. 2020: URL: <https://mg.co.za/coronavirus-essentials/2020-05-20-covid-19-brings-south-africas-daily-carbon-emissions-down-by-20/> (дата обращения: 16.06.2022).

Kirton J. BRICS Climate Governance in 2020 // *BRICS Climate Governance*. 2020: URL: [http://www.brics.utoronto.ca/biblio/Kirton\\_BRICS\\_Climate\\_Governance\\_2020.html](http://www.brics.utoronto.ca/biblio/Kirton_BRICS_Climate_Governance_2020.html) (дата обращения: 22.07.2022).

McCarthy N. The COVID-19 Vaccination Race // *Statista*. 2021: URL: <https://www.statista.com/chart/2383/covid-19-vaccination-doses-per-100-people/> (дата обращения: 16.06.2022).

Mokwena T. More South African Smes Are Going Digital Due To COVID-19 // *The Brave Ones*. 2021: URL: <https://newn.co.za/2021/12/20/more-south-african-smes-are-going-digital-due->

to-covid-19 (дата обращения: 13.06.2022).

Myllyvirta L., Dahiya S. Air Quality Improvements due to COVID 19 Lock-Down In India: Assessment of NO<sub>2</sub> Satellite Data from Sentinel 5P-TROPOMI for a Period of 11th March-24th March and 25th March-7th April for 2019 and 2020 // Center for Research on Energy and Clean Air Report. 2020: URL: <https://energyandcleanair.org/air-quality-improvements-due-to-covid-19-lock-down-in-india/> (дата обращения: 16.06.2022).

Our response to COVID-19 // SARB. 2022: URL: <https://resbank.onlinereport.co.za/2020/documents/SARBs-response-to-covid-19.pdf> (дата обращения: 13.06.2022).

Potential Lifetime Carbon Dioxide Emissions of Carbon Bomb Fossil Fuel Projects in Russia as of 2022 // Statista. 2022: URL: <https://www.statista.com/statistics/1328525/russian-carbon-bomb-project-emissions/> (дата обращения: 17.05.2022).

Ritchie H., Mathieu E., Rodes-Guirao L., Apple C., Giatino C., Ortiz-Ospina E., Hasellett J., Macdonald B., Dattani S., Roser M. Coronavirus Pandemic (COVID-19) // Our World in Data. 2022. URL: <https://ourworldindata.org/> (дата обращения: 27.03.2022).

Shinde S. India's e-Commerce Industry Set to Grow 84% by 2024 // IBEF. 2021: URL: <https://www.ibef.org/news/indias-ecommerce-industry-set-to-grow-84-by-2024-says-report> (дата обращения: 16.06.2022).

The Carbon Brief Profile: South Africa. country profiles // Carbonbrief. 2018: URL: <https://www.carbonbrief.org/the-carbon-brief-profile-south-africa/> (дата обращения: 13.06.2022).

Tipping Points: How Could They Shape the World's Response to Climate Change? // Carbon-brief. 2022: URL: <https://www.carbonbrief.org/> (дата обращения: 13.09.2022).

## **BRICS AND THE RACE TO NET-ZERO EMISSIONS BY 2050: IS COVID-19 A BARRIER OR AN OPPORTUNITY?**

**Lazarus Chapungu**

*Exxaro Chair in Climate and Sustainability Transitions,  
Institute for Corporate Citizenship, University of South Africa, Muckleneuk  
(Pretoria, South Africa)*

**Godwell Nhamo**

*Exxaro Chair in Climate and Sustainability Transitions,  
Institute for Corporate Citizenship, University of South Africa, Muckleneuk  
(Pretoria, South Africa)*

**David Chikodzi**

*Exxaro Chair in Climate and Sustainability Transitions,  
Institute for Corporate Citizenship, University of South Africa, Muckleneuk  
(Pretoria, South Africa)*

**Malebajoa Anicia Maoela**

*Exxaro Chair in Climate and Sustainability Transitions,  
Institute for Corporate Citizenship, University of South Africa, Muckleneuk  
(Pretoria South Africa)*

Autor of translation:

**Maria Yu. Beletskaya**

*Ph.D in Economics,  
Lomonosov Moscow State University, Faculty of Economics  
(Moscow, Russia)*

### **Abstract**

The emerging economies of Brazil, Russia, India, China and South Africa (BRICS) have significant influence on the global economic and environmental trajectories. They have carbon intensive economic systems, which contribute significantly to total global greenhouse gas (GHG) emissions, leading to climate change. However, BRICS have joined the race to net-zero emissions by 2050 in the quest for a climate neutral and sustainable global economy. The journey, however, is not without challenges and opportunities. The proliferation of the coronavirus disease 2019 (COVID-19) had mixed reactions from scientists regarding its implications on net-zero trajectories. While statistical data show a correlation between COVID-19 and a decrease in total emissions, it is envisaged that COVID-19 compromised the efforts to develop carbon neutral economies. Hence, there is still a need for more scientific examination of COVID-19's impact on net-zero ambitions, especially in the emerging economies. This study focuses on India and South Africa's trajectories. Statistical analysis of secondary data from authentic interactive web-based dashboards for COVID-19 data repositories,

namely Our World in Data and Climate Action Tracker was performed in conjunction with the document analysis approach following the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) methodology. Some of the COVID-19 challenges as indicated by the results of the study include curtailing the technology transfer staircase in the energy sector, retaliatory emissions for recovery and resource diversion. The opportunities presented by COVID-19 in the quest for carbon neutrality include behavioral changes in investment, production and consumption patterns with a focus on low carbon options. Governments and stakeholders need to focus on addressing the barriers whilst riding on the opportunities presented by the pandemic to achieve net-zero emissions by 2050.

**Keywords:** BRICS, climate change, COVID-19, GHGs, India, net-zero emissions, South Africa.

**JEL:** Q01, Q5.

**For citation:** Lazarus, C., Godwell, N., David, C., Malebajoa, A. M. BRICS and the Race to Net-Zero Emissions by 2050: Is COVID-19 a Barrier or an Opportunity? (trans. from Eng. Beletskaya, M. Yu.) Scientific Research of Faculty of Economics. Electronic Journal, vol. 15, no. 4, pp. 92-126. DOI: 10.38050/2078-3809-2023-15-4-92-126.

## References

Adebayo T.S., Abdul Kareem H.K.K, Bilal Kirikkaleli D., Shah M.I., Abbas S. CO2 behavior amidst the COVID-19 pandemic in the United Kingdom: The role of renewable and non-renewable energy development. *Renewable Energy*. 2022. Vol. 189. P. 492–501. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.02.111>.

Akrofi M.M.C, Antwi S.H. COVID-19 energy sector responses in Africa: A review of preliminary government interventions. *Energy Research and Social Science*. 2020. Vol. 68. DOI: 10.1016/j.erss.2020.101681.

Andrew R.M. Timely estimates of India's annual and monthly fossil CO<sub>2</sub> emissions. *Earth System Science Data*. 2020. Vol. 12. P. 2411–2421. DOI: 10.5194/essd-12-2411-2020.

Aneja R., Ahuja V. An assessment of the socioeconomic impact of COVID-19 pandemic in India. *Journal of Public Affairs*. 2021. Vol. 21. e2266. DOI: 10.1002/pa.2266.

Azevedo V.G., Sartori S., Campos L.M.S. CO<sub>2</sub> emissions: A quantitative analysis among the BRICS nations. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2018. Vol. 81. P. 107–115. DOI: 10.1016/j.rser.2017.07.027.

Bai Y., Yao L., Wei T., Tian F., Jin D.Y., Chen L., Wang M. Presumed Asymptomatic Carrier Transmission of COVID-19. *JAMA*. 2020. No. 323 (14). P. 1406–1407. DOI: 10.1001/jama.2020.2565.

Barbier E.B., Burgess J.C., Sustainability and development after COVID-19. *World Development*. 2020. Vol. 135. DOI: 10.1016/j.worlddev.2020.105082.

Bell D. COVID-19: Democracy and hard choices in public health. *BMJ*. 2020. No. 369. DOI: 10.1136/bmj.m2090.

Calvino F., Criscuolo C., Menon C. No Country for Young Firms? Start-Up Dynamics and National Policies. *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*. Paris: OECD Publishing, 2018.

Chapungu L., Nhamo L., Gatti R.C. Estimating biomass of savanna grasslands as a proxy of carbon stock using multispectral remote sensing. *Remote Sensing Applications: Society and*

Environment. 2020. Vol. 17. DOI: 10.1016/j.rsase.2019.100275.

Ching J., Kajino M. Rethinking air quality and climate change after COVID-19 // International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020. Vol. 17. DOI: 10.3390/ijerph17145167.

Dang H.S., Nguyen T.M.T., Wang C.N., Day J.D., Dang T.M.H. Gray system theory in the study of medical tourism industry and its economic impact. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020. Vol. 17. DOI: 10.3390/ijerph17030961.

Ding Y.J., Li C.Y., Wang X., Wang Y., Wang S.X., Chang Y.P., Qin J., Wang S.P., Zhao Q.D., Wang Z.R. An overview of climate change impacts on the society in China. Advances in Climate Change Research. 2021. Vol. 12. P. 210–223. DOI: 10.1016/j.accre.2021.03.002.

Feig G.T., Joubert W.R., Mudau A.E., Monteiro P.M.S. South African carbon observations: CO<sub>2</sub> measurements for land, atmosphere and ocean. South African Journal of Science. 2017. Vol. 113. P. 1–4. DOI: 10.17159/sajs.2017/a0237.

Figuerola-Domecq C., Pritchard A., Segovia-Perez M., Morgan N., Villace-Molinero T. Tourism gender research: A critical accounting. Annals of Tourism Research. 2015. Vol. 52. P. 87–103. DOI: 10.1016/j.annals.2015.02.001.

Filimonau V., Archer D., Bellamy L., Smith N., Wintrip R. The carbon footprint of a UK University during the COVID-19 lockdown. Science of The Total Environment. 2021. Vol. 756. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.143964.

Fletcher W.D., Smith C.B. What would it take to reach net zero? Reaching Net Zero: What it Takes to Solve the Global Climate Crisis. Amsterdam: Elsevier, 2020. P. 107–122. DOI: 10.1016/B978-0-12-823366-5.00009-9.

Forster P. M., Forster H.I., Evans M.J., Gidden M.J., Jones C.D., Keller Calif., Turnock S.T. Current and future global climate impacts resulting from COVID-19. Nature Climate Change. 2020. Vol. 10. P. 913–919. DOI: 10.1038/s41558-020-0883-0.

Gebreslassie M.G. COVID-19 and energy access: An opportunity or a challenge for the African continent? Energy Research and Social Science. 2020. Vol. 68. DOI: 10.1016/j.erss.2020.101677.

Ghiani E., Galici M., Mureddu M., Pilo F. Impact on electricity consumption and market pricing of energy and ancillary services during pandemic of COVID-19 in Italy. Energies. 2020. Vol. 13. DOI: 10.3390/en13133357.

Gollakota A.R.K., Shu C.M. COVID-19 and energy sector: Unique opportunity for switching to clean energy. Gondwana Research. 2022. Vol. 114. P. 93–116. DOI: 10.1016/j.gr.2022.01.014.

Greyling T., Rossouw S., Adhikari T. The good, the bad and the ugly of lockdowns during COVID-19. Plos One. 2021. Vol. 16. DOI: 10.1371/journal.pone.0245546.

Hartono D., Yusuf A.A., Hastuti S.H., Saputri N.K., Syaifudin N. Effect of COVID-19 on energy consumption and carbon dioxide emissions in Indonesia. Sustainable Production and Consumption. 2021. Vol. 28. P. 391–404. DOI: 10.1016/j.spc.2021.06.003.

Hepburn C., O'Callaghan B., Stern N., Stiglitz J., Zenghelis D. Will COVID-19 fiscal recovery packages accelerate or retard progress on climate change? Oxford Review of Economic Policy. 2020. Vol. 36. P. 359–381. DOI: 10.1093/oxrep/graa015.

Hossain M., Purohit N., Sharma R., Bhattacharya S., Mckyer E.L., J., Ma P. Suicide of a farmer amid COVID-19 in India. Center for Open Science. 2020. P. 1–8. DOI: 10.31219/osf.io/ekam3.

Howarth C., Bryant P., Corner A., Fankhauser S., Gouldson A., Whitmarsh L., Willis R. Building a Social Mandate for Climate Action: Lessons from COVID-19. Environmental and Resource Economics. 2020. Vol. 76. P. 1107–1115. DOI: 10.1007/s10640-020-00446-9.

Huang R., Tian L. CO<sub>2</sub> emissions inequality through the lens of developing countries .

Applied Energy. 2020. Vol. 281. DOI: 10.1016/j.apenergy.2020.116043.

Ibn-Mohammed T., Mustapha K.B., Godsell J., Adamu Z., Babatunde K.A., Akintade D.D., Koh S.C.L. 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. 2021. Vol. 164. DOI: 10.1016/j.resconrec.2020.105169.

Janjua Z.U.A., Krishnapillai G., Rahman M. A Systematic Literature Review of Rural Homestays and Sustainability in Tourism. SAGE Open. 2021. Vol. 11 (2). DOI: 10.1177/21582440211007117.

Jiang P., Van Fan Y., Klemes J.J. Impacts of COVID-19 on energy demand and consumption: Challenges, lessons and emerging opportunities. Applied Energy. 2021. Vol. 285. DOI: 10.1016/j.apenergy.2021.116441.

Jin S. COVID-19, Climate Change, and Renewable Energy Research: We Are All in This Together, and the Time to Act Is Now. ACS Energy Letters. 2020. Vol. 5. P. 1709–1711. DOI: 10.1021/acseenergylett.0c00910.

Khan I., Shah, D., Shah S.S. COVID-19 pandemic and its positive impacts on environment: An updated review. International Journal of Environmental Science and Technology. 2021. Vol. 18. P. 521–530. DOI: 10.1007/s13762-020-03021-3.

Khan Z., Ali S., Umar M., Kirikkaleli D., Jiao Z. Consumption-based carbon emissions and international trade in G7 countries: The role of environmental innovation and renewable energy. Science of The Total Environment. 2020. Vol. 730. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.138945.

Kollamparambil U., Oyenubi A. Behavioral response to the COVID-19 pandemic in South Africa. Plos One. 2021. Vol. 16. DOI: 10.1371/journal.pone.0250269.

Konig A., Drefiler A. A mixed-methods analysis of mobility behavior changes in the COVID-19 era in a rural case study. European Transport Research Review. 2021. Vol. 13. DOI: 10.1186/s12544-021-00472-8.

Krausmann F., Wiedenhofer D., Haberl H. Growing stocks of buildings, infrastructures and machinery as a key challenge for compliance with climate targets. Global Environmental Change. 2020. Vol. 61. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2020.102034.

Kumar A., Singh P., Raizada P., Hussain C.M. Impact of COVID-19 on greenhouse gases emissions: A critical review. Science of The Total Environment. 2022. Vol. 806. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.150349.

Lahane B., Ganesh J. Impacts of Global Warming and Climate Change: A Geographical Study. Proceedings of the First International Conference on Climate Change and Its Effect on Biodiversity, Commerce and Economics. Pune, India, 2020. DOI: 10.13140/RG.2.2.10305.51047.

Lahiani A., Mefteh-Wali S., Shahbaz M., Vo X.V. Does financial development influence renewable energy consumption to achieve carbon neutrality in the USA? Energy Policy. 2021. Vol. 158. DOI: 10.1016/j.enpol.2021.112524.

Lamb W.F., Res E., Lamb W.F., Wiedmann T., Pongratz J., Andrew R., Hubacek K. A review of trends and drivers of greenhouse gas emissions by sector from 1990 to 2018. Environmental Research Letters. 2021. Vol. 16. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abee4e>.

Laughner J.L., Neu J.L., Schimel D., Wennberg P.O., Barsanti K., Bowman K.W., Zeng Z.C. Societal shifts due to COVID-19 reveal large-scale complexities and feedbacks between atmospheric chemistry and climate change. Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences. 2021. Vol. 118. DOI: 10.1073/pnas.2109481118.

Le Quere C., Jackson R.B., Jones M.W., Smith A.J.P., Abernethy S., Andrew R.M., Peters G.P. Temporary reduction in daily global CO2 emissions during the COVID-19 forced confinement.

Nature Climate Change. 2020. Vol. 10. P. 647–653. DOI: 10.1038/s41558-020-0797-x.

Lenzen M., Li M., Malik A. et al. Global socio-economic losses and environmental gains from the Coronavirus pandemic. Plos One. 2020. Vol. 15. DOI: 10.1371/journal.pone.0235654.

Liu Z., Ciais P., Deng Z., Davis S.J., Zheng B., Wang Y., Ke P. Carbon Monitor: A near-real-time daily dataset of global CO<sub>2</sub> emission from fossil fuel and cement production. Scientific Data. 2020. DOI: 10.1038/s41597-020-00708-7.

Liu Z., Ciais P., Deng Z., Lei R., Davis S.J., Feng S., Schellnhuber H.J. Near-real-time monitoring of global CO<sub>2</sub> emissions reveals the effects of the COVID-19 pandemic. Nature Communications. 2020. Vol. 11. DOI: 10.1038/s41467-020-18922-7

Madkour K.M. Monitoring the impacts of COVID-19 pandemic on climate change and the environment on Egypt using Sentinel-5P Images, and the Carbon footprint methodology. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science. 2022. No. 25. P. 205–219. DOI: 10.1016/j.ejrs.2021.07.003.

Mardani A., Streimikiene D., Cavallaro F., Loganathan N., Khoshnoudi M. Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions and economic growth: A systematic review of two decades of research from 1995 to 2017. Science of The Total Environment. 2019. Vol. 649. P. 31–49. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.08.229.

Mende M., Misra V. Time to Flatten the Curves on COVID-19 and Climate Change. Marketing Can Help. Journal of Public Policy and Marketing. 2021. Vol. 40. P. 94–96. DOI: 10.1177/0743915620930695.

Mohideen M.M., Ramakrishna S., Prabu S., Liu Y. Advancing green energy solution with the impetus of COVID-19 pandemic. Journal of Energy Chemistry. 2021. Vol. 59. P. 688–705. DOI: 10.1016/j.jechem.2020.12.005.

Mostafa M.K., Gamal G., Wafiq A. The impact of COVID 19 on air pollution levels and other environmental indicators. A case study of Egypt. Journal of Environmental Management. 2021. Vol. 277. DOI: 10.1016/j.jenvman.2020.111496.

Naderipour A., Abdul-Malek Z., Ahmed N.A., Kamyab H., Ashokkumar V., Ngamcharussrivichai C., Chelliapan S. Effect of COVID-19 virus on reducing GHG emission and increasing energy generated by renewable energy sources: A brief study in Malaysian context. Environmental Technology and Innovation. 2020. Vol. 20. DOI: 10.1016/j.eti.2020.101151.

Nguyen X.P., Hoang A.T., Olger A.I., Huynh T.T. Record decline in global CO<sub>2</sub> emissions prompted by COVID-19 pandemic and its implications on future climate change policies. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental Effects. 2021. P. 1–4. DOI: 10.1080/15567036.2021.1879969.

Norouzi N., Zarazua de Rubens G., Choubanpishehzafar S., Enevoldsen P. When pandemics impact economies and climate change: Exploring the impacts of COVID-19 on oil and electricity demand in China. Energy Research and Social Science. 2020. Vol. 68. DOI: 10.1016/j.erss.2020.101654.

Obobisa E.S. Achieving 1.5°C and net-zero emissions target: The role of renewable energy and financial development. Renewable Energy. 2022. Vol. 188. P. 967–985. DOI: 10.1016/j.renene.2022.02.056.

Oladunni O.J., Mpofu K., Olanrewaju O.A. Greenhouse gas emissions and its driving forces in the transport sector of South Africa. Energy Reports. 2022. Vol. 8. P. 2052–2061. DOI: 10.1016/j.egyr.2022.01.123.

Pal S.C., Chowdhuri I., Saha A., Ghosh M., Roy P., Das B., Shit M. COVID-19 strict lockdown impact on urban air quality and atmospheric temperature in four megacities of India.

Geoscience Frontiers. 2022. Vol. 13. DOI: 10.1016/j.gsf.2022.101368.

Ravindra K., Kaur-Sidhu M., Mor S., Chakma J., Pillarisetti A. Impact of the COVID-19 pandemic on clean fuel programs in India and ensuring sustainability for household energy needs. *Environment International*. 2021. Vol. 147. DOI: 10.1016/j.envint.2020.106335.

Ray R.L., Singh V.P., Singh S.K., Acharya B.S., He Y. What is the impact of COVID-19 pandemic on global carbon emissions? *Science of The Total Environment*. 2022. Vol. 816. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.151503.

Risman J., Bataille C., Masanet E., Aden N., Morrow W.R., Zhou N., Helseth J. Technologies and policies to decarbonize global industry: Review and assessment of mitigation drivers through 2070. *Applied Energy*. 2020. Vol. 266. DOI: 10.1016/j.apenergy.2020.114848.

Rowan N.J., Galanakis C.M. Unlocking challenges and opportunities presented by COVID-19 pandemic for cross-cutting disruption in agri-food and green deal innovations: Quo Vadis? *Science of The Total Environment*. 2020. Vol. 748. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.141362.

Samuels J.A., Grobbelaar S.S., Booysen M.J. Pandemic and bills: The impact of COVID-19 on energy usage of schools in South Africa. *Energy for Sustainable Development*. 2021. Vol. 65. P. 101–106. DOI: 10.1016/j.esd.2021.10.001.

Sharmina M., Edelenbosch O.Y., Wilson C., Freeman R., Gernaat D.E., H.J., Gilbert P., Le Quere C. Decarbonising the critical sectors of aviation, shipping, road freight and industry to limit warming to 1.5–2°C. *Climate Policy*. 2020. Vol. 21. P. 455–474. DOI: 10.1080/14693062.2020.1831430.

Shikwambana L., Kganyago M. Assessing the Responses of Aviation-Related SO<sub>2</sub> and NO<sub>2</sub> Emissions to COVID-19 Lockdown Regulations in South Africa. *Remote Sensing*. 2021. Vol. 13. DOI: 10.3390/rs13204156.

Slorach P.C., Stamford L. Net zero in the heating sector: Technological options and environmental sustainability from now to 2050. *Energy Conversion and Management*. 2021. Vol. 230. DOI: 10.1016/j.enconman.2021.113838.

Somani M., Srivastava A.N., Gummadivalli S.K., Sharma A. Indirect implications of COVID-19 towards sustainable environment: An investigation in Indian context. *Bioresource Technology Reports*. 2020. Vol. 11. DOI: 10.1016/j.biteb.2020.100491.

Stender F., Moslener U., Pauw W.P. More than money: Does climate finance support capacity building? *Applied Economics Letters*. 2020. Vol. 27. P. 1247–1251. DOI: 10.1080/13504851.2019.1676384.

Sun X., Wandelt S., Zhang A. Vaccination passports: Challenges for a future of air transportation. *Transport Policy*. 2021. Vol. 110. P. 394–401. DOI: 10.1016/j.tranpol.2021.06.018.

Vieira B.P.J., Braga V.C.K., Pereira R.H.M. The impact of COVID-19 on air passenger demand and CO<sub>2</sub> emissions in Brazil. *Energy Policy*. 2022. Vol. 164. DOI: 10.1016/j.enpol.2022.112906.

Viola E., Basso L. Wandering decarbonization: The BRIC countries as conservative climate powers. *Revista Brasileira de Política Internacional*. 2016. Vol. 59. P. 1–22. DOI: 10.1590/0034-7329201600101.

Wang Q., Jiang R. Is Carbon Emission Growth Decoupled from Economic Growth in Emerging Countries? New Insights from Labor and Investment Effects. *Journal of Cleaner Production*. 2019. Vol. 248. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.119188.

Country Greenhouse Gas Emissions: Sources and Methods. Washington, DC: WRI, 2019.

Xu T., Wang W., Du J. An Integrative Review of Patients' Experience in the Medical Tourism. *Inquiry*. 2020. Vol. 57. P. 1–14. DOI: 10.1177/0046958020926762.

Yang E.C., L., Khoo-Lattimore C., Arcodia C. A systematic literature review of risk and gender research in tourism. *Tourism Management*. 2017. Vol. 58. P. 89–100. DOI: 10.1016/j.tourman.2016.10.011.

Yaya S., Yeboah H., Charles C.H., Otu A., Labonte R. Ethnic and racial disparities in COVID-19-related deaths: Counting the trees, hiding the forest. *BMJ Global Health*. 2020. Vol. 5. DOI: 10.1136/bmjgh-2020-002913.

Zhang S., An K., Li J., Weng Y., Zhang S., Wang S., Cai W., Wang C., Gong P. Incorporating health co-benefits into technology pathways to achieve China's 2060 carbon neutrality goal: A modeling study. *Lancet Planetary Health*. 2021. Vol. 5. P. 808–817. DOI: 10.1016/S2542-5196(21)00252-7.

60.6 million people in South Africa. Improving Lives through Data Ecosystems. Stats SA. 2022: Available at: <https://www.statssa.gov.za/?p=15601> (accessed: 31.08. 2022).

Addressing the Electricity Access Gap. World Bank. 2022: Available at: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/12530> (accessed: 13.06.2022).

Against Global Trend, Brazil Increased Emissions during the Pandemic. IPAM. 2022: Available at: <https://ipam.org.br/against-global-trend-brazil-increased-emissions-during-the-pandemic/> (accessed: 1.07. 2022).

Arndt C., Davies R., Gabriel S., Harris L., Makrelov K., Modise B., Anderson L., Impact of COVID-19 on the South African economy. *Southern Africa-Towards Inclusive Economic Development*. SA TIED. 2020. Vol. 27: Available at: <https://www.ifpri.org/publication/impact-covid-19-south-african-economy-initial-analysis> (accessed: 16.06.2022).

Climate Change 2021. The Physical Science Basis, Working Group Contribution of to the Sixth Assessment Report of the IPCC. Proceedings of the 14th Session of Working Group I and 54th Session of the IPCC. Geneva, Switzerland. 2021: Available at: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/> (accessed: 14.06.2022)

Coronavirus (COVID-19) Vaccinations. OWD. Statistics and Research. 2021: Available at: <https://ourworldindata.com/org/covid-vaccinations> (data obrashcheniya: 16.06.2021).

COVID-19 Vaccines. WHO. 2022: Available at: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/covid-19-vaccines> (accessed: 13.06.2022).

D'souza R. A Stocktaking of BRICS Performance in Climate Action. Observer Research Foundation. 2022: Available at: <https://policycommons.net/artifacts/2258438/a-stocktaking-of-brics-performance-in-climate-action/3017135/> (accessed: 13.09.2022).

Energy Technology Perspectives 2014. The Energy Mix. IEA. 2014: Available at: <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2014> (accessed: 14.06.2022).

Global Overview: The COVID-19 pandemic. Electricity Market Report. IEA. 2020: Available at: <https://www.iea.org/reports/electricity-market-report-december-2020/2020-global-overview-the-covid-19-pandemic> (accessed: 16.06.2022).

Kings S. COVID-19 Brings South Africa's Daily Carbon Emissions Down by 20%. *Guardian*. 2020: Available at: <https://mg.co.za/coronavirus-essentials/2020-05-20-covid-19-brings-south-africa-daily-carbon-emissions-down-by-20/> (accessed: 16.06.2022).

Kirton J. BRICS Climate Governance in 2020. BRICS Climate Governance. 2020: Available at: [http://www.brics.utoronto.ca/biblio/Kirton\\_BRICS\\_Climate\\_Governance\\_2020.html](http://www.brics.utoronto.ca/biblio/Kirton_BRICS_Climate_Governance_2020.html) (accessed: 22.07.2022).

McCarthy N. The COVID-19 Vaccination Race. Statista. 2021: Available at: <https://www-statista.com/chart/2383/covid-19-vaccination-doses-per-100-people/> (accessed: 16.06.2022).

Mokwena T. More South African Smes Are Going Digital Due To COVID-19. *The Brave*

Ones. 2021: Available at: <https://newn.co.za/2021/12/20/more-south-african-smes-are-going-digital-due-to-covid-19> (accessed: 13.06.2022).

Myllyvirta L., Dahiya S. Air Quality Improvements due to COVID 19 Lock-Down In India: Assessment of NO<sub>2</sub> Satellite Data from Sentinel 5P-TROPOMI for a Period of 11th March-24th March and 25th March-7th April for 2019 and 2020. Center for Research on Energy and Clean Air Report. 2020: Available at: <https://energyandcleanair.org/air-quality-improvements-due-to-covid-19-lockdown-in-india/> (accessed: 16.06.2022).

Our response to COVID-19. SARB. 2022: Available at: <https://resbank.onlinereport.co.za/2020/documents/SARBs-response-to-covid-19.pdf> (accessed: 13.06.2022).

Potential Lifetime Carbon Dioxide Emissions of Carbon Bomb Fossil Fuel Projects in Russia as of 2022. Statista. 2022: Available at: <https://www.statista.com/statistics/1328525/russian-carbon-bomb-project-emissions/> (accessed: 17.05.2022).

Ritchie H., Mathieu E., Rodes-Guirao L., Apple C., Giatino C., Ortiz-Ospina E., Hasellett J., Macdonald B., Dattani S., Roser M. Coronavirus Pandemic (COVID-19). Our World in Data. 2022. Available at: <https://ourworldindata.org/> (accessed: 27.03.2022).

Shinde S. India's e-Commerce Industry Set to Grow 84% by 2024. IBEF. 2021: Available at: <https://www.ibef.org/news/indias-ecommerce-industry-set-to-grow-84-by-2024-says-report> (accessed: 16.06.2022).

The Carbon Brief Profile: South Africa. country profiles. Carbonbrief. 2018: Available at: <https://www.carbonbrief.org/the-carbon-brief-profile-south-africa/> (accessed: 13.06.2022).

Tipping Points: How Could They Shape the World's Response to Climate Change? Carbonbrief. 2022: Available at: <https://www.carbonbrief.org/> (accessed: 13.09.2022).