

Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» <https://resources.today>
Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling

2025, Том 12, № 3 / 2025, Vol. 12, Iss. 3 <https://resources.today/issue-3-2025.html>

URL статьи: <https://resources.today/PDF/06NZOR325.pdf>

DOI: 10.15862/06NZOR325 (<https://doi.org/10.15862/06NZOR325>)

5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Никоноров, С. М. Оценка влияния климатических изменений на экономику / С. М. Никоноров // Отходы и ресурсы. — 2025. — Т. 12. — № 3. — URL: <https://resources.today/PDF/06NZOR325.pdf>. DOI: 10.15862/06NZOR325.

For citation:

Nikonov S.M. Assessing the impact of climate change on the economy. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*. 2025;12(3): 06NZOR325. Available at: <https://resources.today/PDF/06NZOR325.pdf>. DOI: 10.15862/06NZOR325. (In Russ., abstract in Eng.).

УДК 330.15

Никоноров Сергей Михайлович

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Москва, Россия

Профессор

Доктор экономических наук, доцент

E-mail: Nico.73@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8205-2140>

ИСТИНА: <https://istina.msu.ru/workers/7343459>

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=396481

WoS: <https://www.webofscience.com/wos/author/rid/AAP-3397-2021>

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=56818917500>

Оценка влияния климатических изменений на экономику

Аннотация. В данной статье рассматривается влияние изменения климата на экономику, уделяя особое внимание взаимосвязи между валовым внутренним продуктом (ВВП), выбросами парниковых газов (CO₂), колебаниями температуры и количеством осадков. Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что изменение климата является глобальной проблемой, затрагивающей все аспекты человеческой деятельности. Экономические последствия изменения климата уже ощущаются в разных частях мира, и прогнозы указывают на дальнейшее усиление этих последствий в будущем. Например, здравоохранение страдает от последствий изменения климата, так как рост числа экстремальных погодных явлений и изменение экосистем способствуют распространению инфекционных заболеваний и увеличению числа тепловых ударов. Это требует дополнительных затрат на медицинские услуги и адаптацию инфраструктуры здравоохранения к новым условиям. Следовательно, понимание и количественная оценка этих последствий необходимы для разработки эффективных мер по смягчению и адаптации, что делает данное исследование своевременным. Методологическая основа основана на анализе панельных данных по десяти странам с наибольшими выбросами CO₂ за период с 2009 по 2021 год. Для оценки этих взаимосвязей были применены модели с фиксированными и случайными эффектами. Основные результаты показывают, что выбросы CO₂ оказывают положительное влияние на ВВП, что объясняется высокой промышленной активностью в странах со значительными выбросами. Напротив, увеличение количества осадков отрицательно влияет на экономику, особенно в регионах, уязвимых к экстремальным погодным явлениям. Изменения температуры не оказали статистически значимого влияния на ВВП. Эти результаты способствуют более глубокому пониманию экономических последствий изменения климата, подчеркивая необходимость

разработки адаптивной политики и стратегических корректировок для смягчения его негативных последствий.

Ключевые слова: изменение климата; выбросы CO₂; экономический рост; экологическая устойчивость; экономические последствия

Введение

Изменение климата является одной из самых серьезных угроз для нашей планеты, в целом, и для мировой экономики, в частности. Увеличение температуры, изменения в осадках и рост уровня морей — все эти процессы могут привести к серьезным экономическим потерям. Например, сельское хозяйство и лесное хозяйство могут столкнуться с уменьшением урожайности из-за климатических изменений, что приведет к росту цен на продукты питания. Необходимость адаптации к изменениям климата становится все более очевидной для мирового сообщества [1].

Цель адаптации к изменению климата — повысить устойчивость и снизить уязвимость к воздействию климатических факторов. Последствия изменения климата может быть трудно предсказать, и они могут принимать самые разные формы. Это не только вопрос защиты от экстремальных явлений. Это также вопрос адаптации к постепенным изменениям, которые могут повлиять на жизнь абсолютного большинства из нас [2].

Изменение климата происходит через разные механизмы, такие как разрушение инфраструктуры, снижение производительности и плодородия в сельском хозяйстве, увеличение расходов на здравоохранение и необходимость адаптации к новым климатическим условиям. Кроме того, изменение климата влияет на миграционные потоки и может способствовать социальным и политическим конфликтам, особенно в уязвимых регионах [3].

Основные задачи работы включают:

1. Провести анализ литературы по теме.
2. Определить форму зависимости между климатом и макроэкономическими показателями.
3. Подобрать и оценить эмпирическую модель взаимосвязи климата и экономики.
4. Сформулировать выводы на основе полученных результатов.

Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что изменение климата является глобальной проблемой, затрагивающей все аспекты человеческой деятельности. Экономические последствия изменения климата уже ощущаются в разных частях мира, и прогнозы указывают на дальнейшее усиление этих последствий в будущем. Например, здравоохранение страдает от последствий изменения климата, так как рост числа экстремальных погодных явлений и изменение экосистем способствуют распространению инфекционных заболеваний и увеличению числа тепловых ударов. Это требует дополнительных затрат на медицинские услуги и адаптацию инфраструктуры здравоохранения к новым условиям. Следовательно, понимание и количественная оценка этих последствий необходимы для разработки эффективных мер по смягчению и адаптации, что делает данное исследование своевременным и важным вкладом в научную и практическую дискуссию.

Целью нашей статьи является исследование взаимосвязи между ростом валового внутреннего продукта (ВВП) и увеличением выбросов парниковых газов. В рамках исследования планируется проанализировать данные по изменению *температуры и количеству осадков*, чтобы выявить, как экономический рост и увеличение промышленной

активности влияют на экологическую ситуацию. Основное внимание будет уделено определению степеней корреляции между показателями ВВП и объемами выбросов, а также выявлению факторов, способствующих усилению или смягчению этого влияния.

Обзор литературы

Первым исследованием, которое рассматривалось в ходе данной работы, является исследование, проведенное авторами Cheong Ts.Se., Li T., Shi X., Yu J. Исследование было проведено в 2024 году и опубликовано в журнале «Journal of Cleaner Production» под названием: «Editorial: new directions of digital economy, energy transition, and climate change in the post-COVID-19 ERA: application of machine learning and other advanced analytical techniques» [4]. Исследователи убеждены в том, что изменение климата оказывает значительное и долгосрочное воздействие на экономическое развитие регионов. Они считают, что такие климатические переменные, как количество осадков и температура, существенно влияют на экономическую производительность и инвестиции. В частности, они считают, что увеличение осадков и снижение температуры могут уменьшать экономическое воздействие климатических изменений, тогда как большие колебания температуры отрицательно сказываются на экономическом развитии. При изучении региональной экономики они ограничились данными внутренней экономики Нанкина, города на юго-востоке Китая, за период с 1996 по 2017 год. Они использовали транс логарифмическую модель производственной функции (эконометрической моделью, используемой для анализа производственных процессов и оценивания влияния различных факторов на выпуск). В качестве зависимой переменной был взят выпуск. Использованы такие регрессоры, как количество осадков, температура, рабочая сила (labor force), которая осуществляется через учет численности занятых работников. Результаты показали, что увеличение количества осадков и снижение температуры приводят к уменьшению воздействия климата на экономику и снижению абсолютного значения эластичности выпуска. Большие колебания температуры отрицательно влияют на экономическое развитие, а изменение климата положительно сказывается на капитальных вложениях. Таким образом, исследователи заявляют, что изменение климата оказывает значительное влияние на экономическое развитие региона, особенно через механизмы инвестиций и капитальных вложений.

В следующем исследовании под названием «An examination of the Nigerian climate change laws and policies: stagnation or progress?», авторами которого являются Amuda-Kannike A., Amuda-Kannike Yu., Jude-Akaraonye G.O., рассматривается влияние климатических изменений на экономику Нигерии [5]. Исследование показывает, что Нигерия, будучи развивающейся страной с населением около 180 миллионов человек, значительно уязвима к воздействию климатических изменений из-за низкой способности к адаптации. Основная гипотеза исследования заключается в том, что климатические изменения оказывают значительное и негативное воздействие на экономику Нигерии, затрагивая ключевые секторы, такие как сельское хозяйство, здравоохранение, энергетика и водные ресурсы. Основным методом исследования — это литературный обзор и анализ вторичных данных, касающихся климатических изменений в Нигерии. В своем анализе используются статистические данные по климатическим изменениям, включая изменения температуры, уровня осадков и уровня моря. Экономические данные, такие как ВВП, производительность сельского хозяйства, данные о здоровье населения (включены данные по распространению болезней, связанных с климатом, таких как малярия и диарея, а также случаи тепловых ударов и заболеваний, связанных с экстремальными температурами.) и производительность энергетического сектора (включены данные по производству электроэнергии, ее распределению и использованию в различных секторах экономики). Так как эта статья является теоретической и основана на

обзоре существующей литературы, информации, политики и данных о климатических изменениях в Нигерии и их влиянии на различные сектора экономики страны. В работе не использована выборка первичных данных или проведение эмпирических исследований. Основные выводы, по статье заключаются в том, что климатические изменения оказывают значительное негативное влияние на экономику Нигерии, что проявляется в снижении производительности сельского хозяйства, ухудшении состояния здоровья населения, снижении производительности энергетического сектора и ухудшении качества водных ресурсов.

Следующим исследованием является работа «The GDP-Temperature relationship: Implications for climate change damages» авторы Richard G. Newell, Brian C. Prest и Steven E. Sexton анализирует, как температура влияет на валовой внутренний продукт [6]. В своей работе они рассматривают 800 различных спецификаций модели зависимости температуры от ВВП, показывая, что многие из них статистически неразличимы по своей предсказательной способности. Они анализируют данные на уровне стран с учетом временных трендов, а также лаговые эффекты температуры и осадков. Выборка данных включает 166 стран из показателей Всемирного банка (World Bank 2012) за период с 1960 по 2010 год, что дает в сумме 6584 наблюдений на уровне страны и года.

Переменные, которые использованы в этой статье:

В исследовании рассматриваются следующие переменные:

1. ВВП на душу населения: реальный ежегодный ВВП на душу населения для каждой страны.
2. Температура: средняя ежегодная температура.
3. Осадки: среднегодовое количество осадков.
4. Лаги температуры и осадков: рассматриваются лаги до трех лет как для температуры, так и для осадков.

В исследовании применялись методы перекрестной проверки (cross-validation) для оценки производительности моделей. Исследование показывает, что неопределенность моделей, учитывающих рост ВВП, значительно выше по сравнению с моделями, оценивающими уровни ВВП. Основные выводы включают значительное влияние температуры на ВВП бедных стран и сельскохозяйственное производство, в то время как влияние на ВВП богатых стран и несельскохозяйственное производство незначительно. Результаты указывают на важность учета культурных и языковых различий в моделях экономического воздействия изменения климата.

В исследовании «Impact of climate change awareness on climate change adaptations and climate change adaptation issues, авторами которого являются Abbasi Z.A.Kh., Nawaz A., была выдвинута гипотеза о том, что изменение климата окажет воздействие на мировую экономику, причем это воздействие будет варьироваться в зависимости от региона [7]. Исследование опирается на данные из базы данных GTAP6 (Global Trade Analysis Project), которые охватывают 140 стран и регионов и 57 товарных групп с базовым годом 2011. В качестве метода исследования используется вычислимое моделирование общего равновесия (CGE), которое позволяет оценить экономические последствия изменения климата через моделирование взаимодействий между различными секторами экономики и регионами мира. Основные переменные и регрессоры, использованные в исследовании, включают:

- Температуру: прогнозируемое повышение температуры на 1,92°C к 2050 году по сравнению с доиндустриальным уровнем.
- Осадки: количество осадков и их изменение.

- Экономические показатели: валовой внутренний продукт (ВВП), потребление, производство, инвестиции, занятость, торговля, инфляция, государственные расходы, сбережения, доходы, экспорт, импорт, курсы валют и финансовые рынки.

Изменение климата приведет к значительным экономическим потерям в глобальном масштабе, причем наиболее уязвимыми окажутся менее развитые регионы, такие как Южная Азия, Юго-Восточная Азия, Северная Африка и страны Африки к югу от Сахары. Результаты исследования показали, что повышение температуры на 1,92°C приведет к глобальным потерям ВВП приблизительно на 0,5 %. Таким образом, исследователи утверждают, что изменение климата оказывает значительное воздействие на экономическое развитие регионов, особенно через механизмы, влияющие на производительность сельского хозяйства, перераспределение туристических потоков и связанных с изменением климата.

Еще одной статьей, рассмотренной нами, является «Possible effects of climate change on ixodid ticks and the pathogens they transmit: predictions and observations», авторами которой являются Ogden N.H., Ben Beard C., Ginsberg H.S., Tsao J.I. [8]. Они выдвинули ту же гипотезу как в предыдущей статье, только с учетом соблюдения Парижского климатического соглашения может привести к значительным экономическим выгодам за счет предотвращения этих негативных последствий. Для анализа вновь использовалась модель вычислимого общего равновесия (CGE). Для моделирования использовались следующие данные:

- Прогнозируемое повышение температуры на 1–4°C к 2100 году по сравнению с доиндустриальным уровнем.
- Изменения в количестве осадков.
- Экономические показатели, такие как ВВП, потребление, производство, инвестиции, занятость, торговля, потери в сельскохозяйственной продуктивности, повышение уровня моря, влияние на здоровье, энергетический спрос.
- Эффекты климатических изменений, включая потери в сельскохозяйственной продуктивности, повышение уровня моря и влияние на здоровье.

Результаты исследования показали, что повышение температуры на 1–4°C приведет к значительным глобальным экономическим потерям. Исследование показывает, что соблюдение Парижского климатического соглашения может предотвратить значительные экономические потери, особенно в уязвимых регионах, таких как Африка к югу от Сахары, Индия и Юго-Восточная Азия. Инвестиции в меры по сокращению выбросов и адаптации к изменениям климата являются необходимыми для минимизации долгосрочных экономических убытков.

Влияние изменения климата на российскую экономику, по мнению ученых, неоднозначно. Но большинство российских ученых склоняются к мнению, что существуют риски для российской экономики и необходимо внимательно отслеживать изменения климата и выбросы парниковых газов [9].

Эмпирическое исследование

Гипотеза.

Увеличение валового внутреннего продукта (ВВП) связано с увеличением выбросов парниковых газов, что, в свою очередь, может оказывать влияние на изменение температуры и количество осадков.

Данные.

Данные для всех переменных, использованных в этом анализе (табл. 1) были получены из базы данных Международного валютного фонда и Всемирного банка по показателям мирового развития за период с 2009 по 2021 годы.

Таблица 1

Переменные, необходимые для анализа изменения климата

Переменные	Обозначение	Описание
GDP per capita	GDP	Валовой внутренний продукт (постоянные доллары США за 2015 год)
CO ₂ emissions	CO ₂	Выбросы CO ₂ (тыс. тонн)
Temperature	TEMP	Среднее значение температуры воздуха, измеренное за определённый метеорологический год
Precipitation	PREC	Количество осадков (мм в год)

Авторские разработки

Таблица 2

Сводные данные основных переменных, использованных в анализе

Переменная	Среднее	Медиана	S.D	Min	Max
GDP	3,992086e+12	1 680 718 988 761,754	4,663094e+08	3,950124e+11	1,992898e+13
CO ₂ emissions	2,021070e+06	892 768,3	2,516482e+06	2,806357e+05	1,094469e+07
Temperature	11,912353	9,87794625	10,942959	-8,173693	29,760155
Precipitation	1 155,1	899,0	678,08006788940	460,0	2702,0

Авторские разработки

В таблица 2 представлены сводные данные основных переменных, использованных в анализе. Из таблицы видно, что валовой внутренний продукт (ВВП) в выборке изменяется от 3,95e + 11 до 1,99e + 13 долларов США, а среднее значение составляет 3,99e + 12 долларов США. Максимальное значение ВВП наблюдалось в одной из стран в рассматриваемый период. Уровень выбросов CO₂ в среднем составляет 2,02e + 06 тонн, причем значения варьируются от 2,81e + 05 до 1,09e + 07 тонн. Средняя температура составляет 11,91°C, при этом минимальное значение составляет -8,17°C, а максимальное — 29,76°C. Количество осадков в среднем составляет 1 155,1 мм, варьируясь от 460,0 мм до 2 702,0 мм.

Уравнение и модель.

Для подтверждения гипотезы мы используем следующее уравнение:

$$GDP = \beta_0 + \beta_1 * CO2it + \beta_2 * TEMPit + \beta_3 * PREC + uit + \epsilon it,$$

где:

GDP — ВВП;

CO₂ — выбросы CO₂;

temp — температура;

prec — осадки;

ui — индивидуальный эффект;

εit — ошибка.

Для анализа влияния климатических изменений на экономику мы использовали панельные данные, которые включают наблюдения по 10 странам с самыми высокими выбросами CO₂ (Бразилия, Канада, Китай, Германия, Индонезия, Индия, Россия, США) за

несколько лет. Панельные данные позволяют учитывать, как временные изменения, так и индивидуальные особенности стран, что делает анализ более точным и информативным.

Поскольку мы работаем с панельными данными, первый шаг включает выбор между использованием модели с фиксированными эффектами (FE) и модели со случайными эффектами (RE) и МНК. Для этого мы провели несколько тестов:

1. Случайные эффекты против фиксированных эффектов (тест Хаусмана).

Этот тест проверяет нулевую гипотезу о том, что все индивидуальные эффекты равны нулю (нет фиксированных эффектов). Р-значение равно $2,37513\text{e-}06$ меньше γ . Результаты теста показали, что фиксированные эффекты значимы, что указывает на необходимость использования модели с фиксированными эффектами.

2. Тест для выбора между моделью с фиксированными эффектами и моделью со случайными эффектами.

Для этого используется тест Бреша-Пагана, р-значение в данном случае = 0. Значит H_0 принимается и надо использовать pooled МНК.

3. МНК против фиксированных эффектов.

Robust test for differing group intercepts.

р-значение = $P(F(2, 9) > 1,95558\text{e}+17) = 1,34499\text{e-}75 < \gamma$, поэтому я выбираю модель с фиксированными эффектами.

На основании результатов тестов, в дальнейшем анализе будет использоваться модель с фиксированными эффектами. Это обеспечит более точный учет временных изменений и индивидуальных особенностей каждой страны, что сделает анализ более информативным и надежным [10; 11].

Значимость выбросов CO_2 : результаты показывают, что выбросы CO_2 имеют значительное положительное влияние на ВВП. Это может быть связано с тем, что промышленная и экономическая активность, производящая выбросы CO_2 , способствует экономическому росту.

Незначимость температуры: температура не показала значимого влияния на ВВП, что может свидетельствовать о сложной и не однозначной связи между температурой и экономическим ростом, требующей дополнительного анализа.

Значимость осадков: увеличение количества осадков имеет значительное отрицательное влияние на ВВП, что может отражать негативное воздействие экстремальных погодных условий на экономическую деятельность.

Заключение

На основе проведенного исследования можно сделать следующие выводы: все поставленные задачи были успешно выполнены. Проведен анализ литературы, определена форма зависимости между климатическими и макроэкономическими показателями, оценена эмпирическая модель взаимосвязи климата и экономики, а также сформулированы выводы на основе полученных результатов. Цель исследования, заключающаяся в выявлении взаимосвязи между экономическим ростом и увеличением выбросов парниковых газов, была достигнута. Анализ показал, что увеличение выбросов парниковых газов оказывает значительное влияние на экономический рост, что подтверждает гипотезу о наличии связи между этими переменными. Изменения в осадках также показали значительное влияние на ВВП, в то время как температура не показала значимой зависимости в данном научном исследовании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корецкая, А.С. Изменение климата в России. Методы оценки изменения климата / А.С. Корецкая // Вестник науки. — 2024. — Т. 2, № 6(75). — С. 2135–2140.
2. Краснопольский, Б.Х. Изменение климата и экологические проблемы Арктики (по итогам Рамочной конференции ООН по изменению климата COP29) / Б.Х. Краснопольский, П. Фуз // Пространственная экономика. — 2024. — Т. 20, № 4. — С. 184–188.
3. Гудалов, М.Р. Важные выводы из Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) об изменении климата за 2023 год / М.Р. Гудалов, И.Э. Каримов // Актуальные проблемы геологии, гидрометеорологии, географии и туризма в условиях меняющегося мира: доклады и сообщения II международной научно-практической конференции. — Уфа, 2024. — С. 115–120.
4. Cheong, Ts.Se. Editorial: New directions of digital economy, energy transition, and climate change in the post-COVID-19 era: application of machine learning and other advanced analytical techniques / Ts.Se. Cheong, T. Li, X. Shi, J. Yu // Frontiers in Environmental Science. — 2024. — Т. 12 — URL: https://www.researchgate.net/publication/386349303_Editorial_New_directions_of_digital_economy_energy_transition_and_climate_change_in_the_post-COVID-19_era_application_of_machine_learning_and_other_advanced_analytical_techniques.
5. Amuda-Kannike, A. An examination of the Nigerian climate change laws and policies: stagnation or progress? / A. Amuda-Kannike, Yu. Amuda-Kannike, G.O. Jude-Akaraonye // Law and Humanities Quarterly Reviews. — 2023. — Т. 2, № 3 — URL: <https://www.asianinstituteofresearch.org/lhqrarchives/an-examination-of-the-nigerian-climate-change-laws-and-policies%3A-stagnation-or-progress%3F>.
6. Newell, R.G. The GDP-temperature relationship: implications for climate change damages / R.G. Newell, B.C. Prest, S.E. Sexton // Journal of Environmental Economics and Management. — 2021. — Т. 108. — С. 102445.
7. Abbasi, Z.A. Kh. Impact of climate change awareness on climate change adaptions and climate change adaptation issues / Z.A. Kh. Abbasi, A. Nawaz // Pakistan Journal of Agricultural Research. — 2020. — Т. 36, № 3. — URL: https://www.researchgate.net/publication/344249915_Impact_of_Climate_Change_Awareness_on_Climate_Change_Adaptions_and_Climate_Change_Adaptation_Issues.
8. Ogden, N.H. Possible effects of climate change on ixodid ticks and the pathogens they transmit: predictions and observations / N.H. Ogden, C. Ben Beard, H.S. Ginsberg, J.I. Tsao // Journal of Medical Entomology. — 2021. — Т. 58, № 4. — С. 1536–1545.
9. Бобылев, С.Н. Устойчивое развитие: в поисках новой экономики / С.Н. Бобылев, Т.В. Завьялова // Вопросы политической экономии. — 2024. — № 3(39). — С. 43–51.
10. Nikonorov, S. Low-carbon development of Russia: problems and prospects / S. Nikonorov // BRICS Journal of Economics. — 2023. — Т. 4, № 4. — С. 429–437.
11. Порфирьев, Б.Н. Возможности и риски климатической политики в России / Б.Н. Порфирьев, А.А. Широков, А.Ю. Колпаков, Е.А. Единак // Вопросы экономики. — 2022. — № 1. — С. 72–89.

Nikonorov Sergey Mikhailovich

Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Moscow, Russia

E-mail: Nico.73@mail.ru

IRID: <https://istina.msu.ru/workers/7343459>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8205-2140>

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=396481

WoS: <https://www.webofscience.com/wos/author/rid/AAP-3397-2021>

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=56818917500>

Assessing the impact of climate change on the economy

Abstract. This article examines the impact of climate change on the economy, focusing on the relationship between gross domestic product (GDP), greenhouse gas (CO₂) emissions, temperature variations, and precipitation. The topic is relevant because climate change is a global issue affecting all aspects of human activity. The economic impacts of climate change are already being felt in different parts of the world, and projections indicate that these impacts will further intensify in the future. For example, health care suffers from the consequences of climate change, as the increase in extreme weather events and ecosystem changes contribute to the spread of infectious diseases and an increase in heat strokes. This requires additional costs for health services and the adaptation of health infrastructure to new conditions. Therefore, understanding and quantifying these impacts are necessary for the development of effective mitigation and adaptation measures, which makes this study timely. The methodological framework is based on the analysis of panel data for the ten countries with the highest CO₂ emissions for the period 2009–2021. Fixed and random effects models were used to assess these relationships. The main results show that CO₂ emissions have a positive impact on GDP, which is explained by high industrial activity in countries with significant emissions. In contrast, increased precipitation has a negative impact on the economy, especially in regions vulnerable to extreme weather events. Temperature changes did not have a statistically significant impact on GDP. These results contribute to a better understanding of the economic impacts of climate change, highlighting the need to develop adaptive policies and strategic adjustments to mitigate its negative effects.

Keywords: climate change; CO₂ emissions; economic growth; environmental sustainability; economic impacts