



DOI: 10.22363/2313-2329-2025-33-3-463-480

EDN: FECXDE

УДК 339.5 (470)

Научная статья / Research article

Снижение углеродной интенсивности экономики КНР: роль климатической политики и углеродных рынков

В.А. Грязнова *МГИМО МИД России, Москва, Российская Федерация*✉ gryaznova.v.a@my.mgimo.ru

Аннотация. С начала 2000-х гг. ускоренные темпы индустриализации, рост городского населения и увеличение потребления энергии привели к тому, что Китайская Народная Республика (КНР) стала крупнейшим в мире источником выбросов парниковых газов (ПГ), которые имеют тенденцию к росту. Это создало необходимость перехода на низкоуглеродное развитие экономики, особенно в условиях международного давления и цели страны по достижению углеродной нейтральности к 2060 г. Отличительная черта текущей климатической политики Китая — фокус не на абсолютном сокращении выбросов, а на снижении их уровня на единицу валового внутреннего продукта (ВВП), т.е. уменьшении углеродной интенсивности экономики. Цель исследования — проанализировать эволюцию климатической политики КНР и оценить эффективность рыночных инструментов регулирования выбросов ПГ, таких как системы торговли квотами и механизмы углеродного кредитования, в контексте снижения углеродной интенсивности экономики. Исследование основано на анализе государственных документов, данных по функционированию углеродных рынков и научных источников. Применены сравнительный анализ и статистическое моделирование для оценки динамики выбросов и эффективности инструментов климатической политики. Анализ показал, что в последнее время наблюдается снижение амбициозности климатической политики, однако углеродные рынки демонстрируют положительные результаты, хотя сталкиваются с рядом проблем и ограничений: недостаточностью данных, низкими ценами на квоты и низкой ликвидностью, возможной утечкой углерода и дефицитом углеродных кредитов. Завершающая часть исследования подчеркивает, что снижение углеродной интенсивности может быть связано не только с усилиями государства, но и с кривой Кузнеця, согласно которой после достижения определенного уровня экономического развития выбросы ПГ начинают снижаться. Для реализации долгосрочной цели по углеродной нейтральности в КНР необходимо дальнейшее совершенствование климатической политики, включая замену целей по снижению интенсивности выбросов на ограничение их абсолютных объемов, а также усиление контроля в рамках систем квотирования и углеродного кредитования.

© Грязнова В.А., 2025

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Ключевые слова: система торговли квотами на выбросы, СТК, механизм углеродного кредитования, климатическая политика, Китайская Народная Республика

Заявление о конфликте интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

История статьи: поступила в редакцию 25 февраля 2025 г.; доработана после рецензирования 15 апреля 2025 г.; принята к публикации 10 мая 2025 г.

Для цитирования: Грязнова В.А. Снижение углеродной интенсивности экономики КНР: роль климатической политики и углеродных рынков // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. 2025. Т. 33. № 3. С. 463–480. <https://doi.org/10.22363/2313-2329-2025-33-3-463-480>

Reducing the carbon intensity of China's economy: the role of climate policy and carbon markets

Varvara A. Gryaznova 

MGIMO University, Moscow, Russian Federation

✉ gryaznova.v.a@my.mgimo.ru

Abstract. Since the early 2000s accelerated industrialization, urban population growth, and increased energy consumption have led the People's Republic of China (PRC) to become the world's largest source of greenhouse gas (GHG) emissions, which continue to rise. This has created a necessity for transitioning to a low-carbon economic development model, especially under international pressure and the country's ambitious goal of achieving carbon neutrality by 2060. A distinctive feature of China's current climate policy is its focus not on absolute emission reductions, but rather on reducing emissions per unit of gross domestic product (GDP), i.e., lowering the carbon intensity of the economy. The aim of this study is to analyze the evolution of China's climate policy and assess the effectiveness of market-based GHG emission regulation tools, such as emissions trading systems and carbon credit mechanisms, in the context of reducing the economy's carbon intensity. The research is based on an analysis of government documents, data on carbon market functioning, and scientific literature. Comparative analysis and statistical modeling were employed to evaluate emission dynamics and the effectiveness of climate policy instruments. The analysis shows that in recent years there has been a decline in the ambition of climate policy; however, carbon markets demonstrate positive results, although they face several challenges and limitations: insufficient data transparency, low allowances prices and liquidity, potential carbon leakage, and a shortage of carbon credits. The concluding part of the study emphasizes that the reduction in carbon intensity may be related not only to state efforts, but also to the Kuznets curve, according to which GHG emissions begin to decline after reaching a certain level of economic development. To achieve the long-term goal of carbon neutrality in the PRC, further improvement of climate policy is necessary, including replacing targets for reducing emission intensity with limits on absolute emission volumes, as well as strengthening control within ETSs and carbon crediting mechanisms.

Keywords: emissions trading system, ETS, carbon crediting mechanism, climate policy, the People's Republic of China, PRC

Conflicts of interest. The author declares no conflicts of interest.

Article history: received 25 February 2025; revised 15 April 2025; accepted 10 May 2025.

For citation: Gryaznova, V.A. (2025). Reducing the carbon intensity of China's economy: The role of climate policy and carbon markets. *RUDN RUDN Journal of Economics*, 33(3), 463–480. (In Russ.). <https://doi.org/10.22363/2313-2329-2025-33-3-463-480>

Введение

Начиная с 1990-х гг. вопросы устойчивого развития и борьбы с изменением климата приобрели особую актуальность, особенно в контексте деятельности крупнейших стран-эмитентов парниковых газов (ПГ). Китайская Народная Республика (КНР), являясь мировым лидером по объемам выбросов, играет ключевую роль в формировании глобальной климатической политики. Ускоренная индустриализация, развитие сельскохозяйственного производства и рост городских агломераций способствовали экономическому подъему, но одновременно увеличили нагрузку на окружающую среду и повлияли на здоровье населения.

Борьба с изменением климата стала неотъемлемой частью социально-экономического планирования страны с начала 2000-х гг., а также важным элементом ее внешнеполитической стратегии. Основным показателем, на основе которого оценивается прогресс КНР в этой сфере, является объем выбросов ПГ на единицу ВВП, который демонстрирует устойчивое снижение. Однако абсолютный объем выбросов в КНР продолжает расти.

В рамках исследования ставится **задача** проанализировать роль климатической политики и углеродных рынков в снижении углеродной интенсивности экономики КНР и оценить их эффективность в условиях продолжающегося экономического роста и международного давления.

Методы научного исследования и обзор литературы

Для оценки динамики выбросов ПГ и эффективности климатической политики Китайской Народной Республики (КНР) применялись сравнительный анализ и статистическое моделирование, которые позволили получить объективные и количественно обоснованные выводы.

Источники включали статистические данные, опубликованные международными организациями, официальные отчеты, а также материалы пятилетних планов социально-экономического развития КНР. Выполнен обзор работ российских и зарубежных исследователей: Веселова Д.Н., Пискулова Н.А., Матевосян А.Т., Алексеева Н.Н. и Фортыгина Е.А., Ходоченко А.В., Yang J. et al., Cui J. et al., Zhang T. и Deng M., Zhang Z.X. и Wang W. et al. Особое внимание уделено исследованию Wu et al., связанному с эффектом Кузнеца, объясняющим нелинейную связь между экономическим ростом и уровнем загрязнения окружающей среды. Также важное место в обзоре занимают работы Liu J., Hou J., Fan Q., Chen H., и Василенко Е.П., Сидоровского М.О., Шишигина С.В., где поднимается вопрос о необходимости перехода КНР от контроля интенсивности выбросов к установлению абсолютного лимита на выбросы для достижения цели по углеродной нейтральности к 2060 г.

Эволюция климатической политики КНР

Китай является самым крупным эмитентом ПГ в мире: в 2023 г. объем выбросов достиг 15,9 млрд т CO₂-экв.¹ (без учета сектора землепользования, изменения в землепользовании и лесного хозяйства (ЗИЗЛХ)), или 30 % от общемировых выбросов. Для сравнения, выбросы в ЕС в 2023 г. — 3,2 млрд т CO₂-экв. (6,08 %), а в США — 5,95 млрд т CO₂-экв. (11,25 %).²

С 1990 г. совокупный ежегодный темп роста (CAGR) выбросов ПГ в КНР составил 4,4 %, несмотря на установку целей по борьбе с изменением климата в стране (рис. 1).

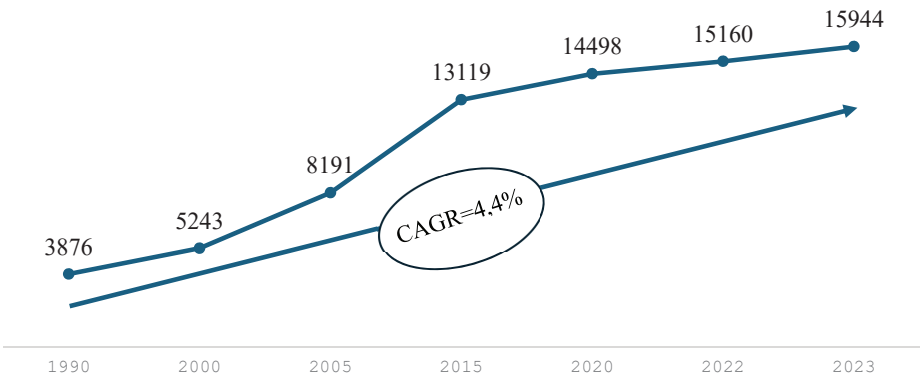


Рис. 1. Выбросы парниковых газов КНР, млн т CO₂-экв. (1990–2023 гг.)

Figure 1. Greenhouse Gas Emissions in the PRC, mln tonnes of CO₂e (1990–2023)

Источник/Source: EDGAR — Emissions Database for Global Atmospheric Research // 2024 Report.
URL: https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2024 (дата обращения: 13.12.2024).

Более того доля КНР в глобальных выбросах ПГ выросла практически в 3 раза: с 12 % в 1990 г. до 30 в 2023 г. (рис. 2).

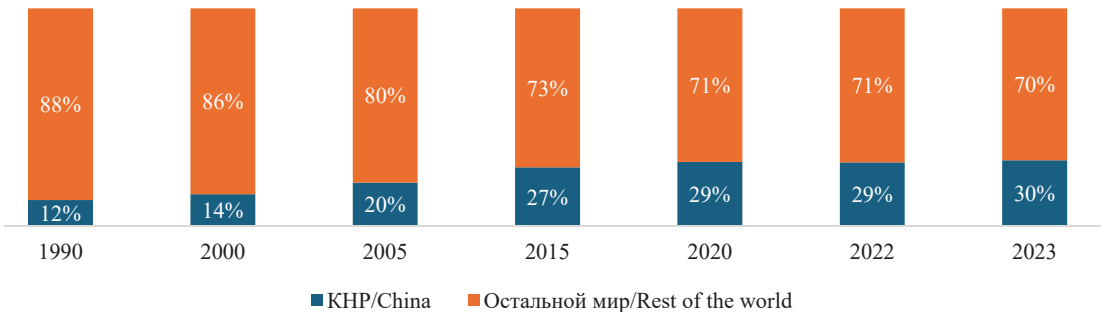


Рис. 2. Доля КНР в глобальных выбросах парниковых газов

Figure 2. Share of the PRC in Global Greenhouse Gas Emissions

¹ Эквивалент диоксида углерода, который рассчитывается через перевод других типов парниковых газов на основании коэффициентов потенциала глобального потепления.

² EDGAR — Emissions Database for Global Atmospheric Research // 2024 Report.
URL: https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2024 (дата обращения: 13.12.2024).

Источник/Source: EDGAR — Emissions Database for Global Atmospheric Research // 2024 Report. URL: https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2024 (дата обращения: 13.12.2024).

Основные причины увеличения выбросов ПГ в КНР: рост численности населения, что влечет за собой повышение потребления энергии на душу населения и спрос на энергоносители, и сохранение использования в энергетике угля при наличии небольшой доли возобновляемых источников энергии (ВИЭ) (Веселова, 2023). Доля угля в энергетике Китая значительна — 60 % в 2023 г. Для сравнения, в США доля угля в энергетике в 2023 г. составила 16 %, в Австралии — 46,4 %³.

Перестройка экономики в направлении ее «озеленения» может содействовать улучшению международного имиджа страны, встраиванию в мировую экономику на более выгодных условиях, равно как и избеганию различного рода действующих, а особенно будущих ограничений в торговых и инвестиционных отношениях (Пак, Пискулова, 2017). Более того политика по сокращению выбросов CO₂ приводит к одновременному снижению других загрязняющих веществ (например, SO₂, NO_x, летучих органических соединений) и снижению концентрации PM_{2.5} и озона, особенно в густо населенных регионах Китая. Высокая концентрация данных загрязняющих веществ является причиной преждевременной смерти в результате патологий дыхательной и сердечно-сосудистой систем, поэтому декарбонизация экономики КНР помимо противодействия изменению климата может предотвратить сотни тысяч смертей ежегодно (Yang J. et al., 2021).

Первые шаги в области регулирования выбросов ПГ в КНР были сделаны в 1990-е гг., когда начали формироваться подходы к борьбе с изменением климата и загрязнением окружающей среды. Несмотря на усиливающийся рыночно ориентированный характер китайской экономики в те годы, планирование продолжило оставаться важным инструментом управляемого властями развития КНР (Макеев, 2016). Каждый пятилетний план включал обязательные и необязательные экономические, экологические и социальные цели. В рамках настоящего исследования проведен сравнительный анализ следующих ключевых климатических показателей в рамках последних четырех пятилетних планов социально-экономического развития КНР: снижение энергопотребления на единицу ВВП, увеличение площади лесов (% площади КНР), увеличение использования неископаемых видов топлива в первичном энергопотреблении и снижение выбросов парниковых газов на единицу ВВП (табл. 1).

В 12-м пятилетнем плане (2011–2015 гг.) впервые поставлены четкие задачи по борьбе с изменением климата (специальная глава). Правительство начало уделять больше внимания сфере декарбонизации экономики в результате беспрецедентного загрязнения окружающей среды, международного давления и растущего общественного интереса к этой проблеме (Матевосян, 2024).

³ Ember // China. URL: <https://ember-energy.org/countries-and-regions/china/> (дата обращения: 08.01.2025).

Таблица 1 / Table 1

Экологические показатели пятилетних планов социально-экономического развития КНР в области борьбы с изменением климата / Environmental Indicators of China's Five-Year Social and Economic Development Plans in the Field of Climate Change Mitigation

Критерий сравнения / comparison criteria	11-й пятилетний план (2006–2010) / 11th five- year plan (2006–2010)	12-й пятилетний план (2011–2015) / 12th five- year plan (2011–2015)	13-й пятилетний план (2016–2020) / 13th five- year plan (2016–2020)	14-й пятилетний план (2021–2025) / 14th five- year plan (2021–2025)
Снижение энергопотребления на единицу ВВП / reduction of energy consumption per unit of GDP	на 20 % / by 20 %	на 16 % / by 16 %	на 15 % / by 15 %	на 13,5 % / by 13,5 %
Увеличение площади лесов (% площади КНР) / increase in forest area (% of China's total area)	на 1,8 % / by 1,8 %	на 1,3 % / by 1,3 %	на 1,38 % / by 1,38 %	на 0,9 % / by 0,9 %
Увеличение использования неископаемых видов топлива в первичном энергопотреблении / use of non-fossil fuels in primary energy consumption	—	на 3,1 % / by 3,1 %	на 3 % / by 3 %	—
Снижение выбросов парниковых газов на единицу ВВП / reduction of greenhouse gas emissions per unit of GDP	—	на 17 % / by 17 %	на 18 % / by 18 %	на 18 % / by 18 %
Результат выполнения плана / Plan Implementation Results	Цели были выполнены, хотя и за счет остановки производств и подмены данных / Goals were met, though through factory shutdowns and data manipulation	Все обязательные цели были перевыполнены / All mandatory targets were exceeded	Достигнута первая столетняя цель по созданию общества всеобщего благополучия / The first centenary goal of building a moderately prosperous society was achieved	Действует / Ongoing

Источник: составлено В.А. Грязновой на основании The 11–14 th five-year plan for economic and social development of the people’s republic of China, Guide to Chinese Climate policy 2022. Oxford Institute of Energy Studies. URL: <https://chineseclimatepolicy.oxfordenergy.org> (дата обращения: 17.01.2024).

Source: Compiled by V.A. Gryaznova based on The 11th–14th Five-Year Plan for Economic and Social Development of the People’s Republic of China, Guide to Chinese Climate Policy 2022, Oxford Institute for Energy Studies. URL: <https://chineseclimatepolicy.oxfordenergy.org> (accessed: 17.01.2024).

Во время действия 12-го пятилетнего плана заложена основа углеродного рынка КНР: запущены региональные системы торговли квотами на выбросы (СТК) и национальные и региональные механизмы углеродного кредитования. Тогда же, в период действия 12-го пятилетнего плана, в 2012 г. провозглашена задача построения «экологической цивилизации» на 18-м съезде Коммунистической партии Китая, положение об этом включено в Устав КПК (Алексеева, Фортигина, 2022).

С 2016 г. начал действовать 13-й пятилетний план (2016–2020 гг.), который включал борьбу с изменением климата через эффективный контроль выбросов ПГ и международное сотрудничество. В последний год 13-го пятилетнего плана, в 2020 г. на Генеральной Ассамблее ООН, президент Си Цзиньпин объявил, что Китай намерен достичь углеродной нейтральности до 2060 г.

Действующий в настоящее время 14-й пятилетний план КНР определяет общее направление перехода к низкоуглеродной экономике параллельно с усилением мер по обеспечению безопасности страны в условиях обострения геополитических проблем в мире. Эксперты оценивают данный пятилетний план как менее амбициозный в области борьбы с изменением климата, чем предыдущий. Все целевые показатели установлены на более низком уровне по сравнению с 13-м пятилетним планом, кроме снижения выбросов ПГ на единицу ВВП, который остался на том же уровне 18 % (см. табл. 1).⁴

В течение 15-й пятилетки (2026–2030 гг.) предполагается уделить основное внимание углеродоемкости, а после достижения пика выбросов CO₂ фокус переместится на снижение общего объема выбросов при сохранении цели по снижению углеродоемкости (Василенко, Сидоровский, Шишигин, 2024).

Китай в международных переговорах об изменении климата прошел путь «от второстепенной роли к лидерской позиции» (Rauchfleisch, Schafer, 2018). Активно участвуя в подготовке текста Парижского соглашения, Китай взял на себя международное обязательство по достижению пика выбросов углекислого газа к 2030 г., приложив максимум усилий для достижения пика раньше. Китай сталкивается с трудной задачей по сокращению выбросов ПГ, поскольку переход от пикового периода выбросов к углеродной нейтральности будет занимать меньше времени, чем в развитых странах. ЕС достиг своего углекислого пика в 2006 г., а США — в 2007 г. Чтобы достичь углеродной нейтральности к 2060 г. после достижения своего углеродного пика в 2030 г. пройдет 30 лет. Таким образом, КНР должна достичь за 30 лет того, чего достигнут развитые страны за почти 60 лет (Zhao et al., 2022).

КНР в 2021 г. представил ряд целей к 2030 г. в рамках Парижского соглашения: (1) снизить выбросы углекислого газа на единицу ВВП более чем на 65 % по сравнению с уровнем 2005 г.; (2) увеличить долю неископаемых видов топлива в потреблении первичной энергии примерно до 25 %; (3) увели-

⁴ Issue Brief — China's 14th 5-Year Plan: Spotlighting Climate & Environment. 2021. URL: <https://www.undp.org/china/publications/issue-brief-chinas-14th-5-year-plan-spotlighting-climate-environment> (дата обращения: 07.01.2024).

чить объем лесных запасов примерно на 6 млрд куб. м по сравнению с уровнем 2005 г.; (4) увеличить установленную мощность ветровой и солнечной энергии до более чем 1200 ГВт к 2030 г.⁵

Несмотря на снижение амбициозности национальной политики в области борьбы с изменением климата, КНР как крупнейший эмитент ПГ в мире, вынуждена продолжать вектор низкоуглеродного развития. Для достижения такой цели ключевую роль играют следующие инструменты климатической политики: национальная СТК, 8 региональных СТК, национальная и 4 региональных системы углеродного кредитования, которые формируют углеродный рынок КНР.

Углеродные рынки КНР: развитие, результаты, проблемы и ограничения

Углеродный рынок — это рынок торговли углеродными единицами, которые выражаются в тоннах CO₂-экв. Регулируемый углеродный рынок КНР формируется на основании спроса со стороны регулируемых организаций национальной СТК, восьми региональных и субрегиональной СТК, а добровольный — со стороны организаций, которые на добровольной основе стремятся сократить свой углеродный след (Грязнова, Пискулова, 2024).

В рамках такого инструмента климатической политики, как система торговли квотами, уполномоченные государственные органы распределяют квоты (разрешения на выбросы ПГ) среди предприятий на определенный период времени (обычно на год). Для снижения выбросов предприятия могут заплатить штраф, внедрить низкоуглеродные технологии, или докупить недостающие объемы квот у компаний, которые «перевыполнили» обязательства, либо на свободном рынке (Грязнова, Пискулова, 2023).

Региональные СТК функционируют в провинциях Фуцзянь, Гуандун и Хубэй и в городах центрального подчинения Пекине, Чунцине, Шанхае и Тяньцзине, а одна субрегиональная система работает в городе субпровинциального значения Шэньчжэне в провинции Гуандун. Каждая региональная СТК КНР устанавливает свои правила: организации каких секторов экономики подпадают под углеродное регулирование, какие парниковые газы регулируются, от каких источников, условия использования углеродных кредитов и пр. В рамках каждой региональной СТК КНР цена на квоты значительно разнится: например, в Пекине она достигает 105 юаней (14,51 долл.) за тонну CO₂, тогда как в менее развитых регионах, таких как провинция Фуцзянь, она составляет менее 30 юаней (3,75 долл.). В исследовании 2025 г. ученые из Нанкинского университета (КНР) (Zhang, Deng, 2025) выделяют несколько факторов, влияющих

⁵ UNFCCC // China's Mid-Century Long-Term Low Greenhouse Gas Emission Development Strategy 2021. URL: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/China%E2%80%99s%20Mid-Century%20Long-Term%20Low%20Greenhouse%20Gas%20Emission%20Development%20Strategy.pdf> (дата обращения: 15.02.2025).

на цены квот региональных СТК КНР, наиболее значимыми из которых являются международные цены на квоты и энергоносители. Более того низкие цены на квоты не создают достаточных стимулов для регулируемых организация переходить на низкоуглеродные технологии.

Проведение оценки результатов функционирования всех региональных СТК ограничивается отсутствием большинства данных в открытом доступе. Но есть различные мнения в отношении потенциального влияния региональных СТК на объем и интенсивность выбросов ПГ. К примеру, за 2009–2015 гг. регулируемые предприятия в секторе коммунальных услуг КНР сократили общий объем выбросов на 16,7 %, а интенсивность выбросов на 9,7 % за счет экономии потребления энергии и перехода на низкоуглеродное топливо (Cui et al., 2021).

Авторы (He, Chen, 2023) отмечают, что несмотря на снижение интенсивности выбросов ПГ с 2009 до 2016 г. происходит утечка углерода в другие регионы, где действуют менее строгие экологические нормы и можно найти более дешевую и менее квалифицированную рабочую силу. Напротив, другой коллектив авторов (Cui et al., 2021) подтвердил, что региональные пилотные СТК эффективны в сокращении выбросов регулируемых компаний. В статье ученых из Пекинского университета (Ge, Li, Yang, 2024) отмечается, что особенно заметно влияние введения региональных СТК на сокращение выбросов ПГ в первые годы действия системы. В том же исследовании связывают утечку углерода в нерегулируемые регионы с тем, что потенциальные регулируемые организации увеличили выбросы до введения ограничений, чтобы минимизировать будущие потери, и назвали это «зеленый парадокс». Еще одна исследовательская группа в составе ученых из Китая и Японии (Gao Y. et al., 2020) подтверждают оба вышеуказанных тезиса: что региональные СТК способствовали как значительному сокращению выбросов ПГ, так и приводит к утечке углерода из пилотных регионов в непилотные или так называемому эффекту «убежища для загрязнителей» («pollution haven effect»).

Проблемой региональных СТК является низкая ликвидность, например, в региональной СТК Гуандун объем продаж квот на аукционе (первичная продажа квот) составляет 3...5 % общего объема квот в год (Wang et al., 2022). Более того региональные СТК КНР по мере расширения национальной СТК КНР постепенно теряют свою значимость, но при этом являются первоначальной основой для развития национального углеродного рынка КНР.

Национальная СТК КНР была введена в действие в 2021 г. и стала самой крупной по охвату выбросов ПГ в мире (10 % мировых выбросов ПГ). Изначально национальная СТК охватывала выбросы только энергетического сектора, который характеризуется высокой углеродоемкостью. В 2025 г. с четвертого периода регулирования, которые охватывает выбросы 2024 г., секторальный охват был расширен на сталелитейную, алюминиевую и цементную отрасль. Пока общенациональная система торговли квотами на выбросы ПГ находится на начальном этапе развития и скорее выполняет обучающую роль для участников рынка (Макеев, 2021).

Стоимость СТК КНР рассчитывается как произведение объема торговли квот СЕА на среднюю цену за 1 квоту за тот же период (табл. 2). Проблемой национальной СТК КНР является низкая ликвидность, в среднем объем торгов составляет 1...4 % от общего объема квот, а конкретно в первый период регулирования данный показатель оценивался на уровне 2 %, в ЕС тот же показатель в 2021 г. составил 758 % (Zhang, 2022). Также низкие цены на квоты не создают достаточных стимулов для регулируемых организаций для перехода на низкоуглеродные технологии.

Таблица 2 / Table 2
Стоимость Национальной СТК КНР, млрд юаней, в 2021–2024 гг. /
Cost of China’s National ETS, billions CNY, 2021–2024

Объем квот в год, млн тонн / Volume of allowances in the year, mln tons	Средняя цена за 1 квоту, юань / долл. / Average price per 1 allowances, CNY / USD			
	2021	2022	2023	2024
	58,5 / 9	56 / 8,3	73,4 / 10,4	98,06 / 13,6
2021	178,8	10,460		
2022	51	2,856		
2023	~200	14,444		
2024	~189	18,114		

Источник: составлено В.А. Грязновой на основании China Energy Transformation Program // Review of China national carbon market in 2022. URL: <https://www.cet.energy/2023/05/11/review-of-china-national-carbon-market-in-2022/> (дата обращения: 15.02.2025) и Quantum Commodity Intelligence // Value of China’s carbon markets rises steeply in 2024: report URL: <https://www.qcintel.com/carbon/article /value-of-china-s-carbon-markets-rises-steeply-in-2024-report-34789.html> (дата обращения: 15.02.2025).

Source: Compiled by V.A. Gryaznova based on China Energy Transformation Program // Review of China National Carbon Market in 2022. URL: <https://www.cet.energy/2023/05/11/review-of-china-national-carbon-market-in-2022/> (accessed: 15.02.2025) and Quantum Commodity Intelligence // Value of China’s Carbon Markets Rises Steeply in 2024: Report. URL: <https://www.qcintel.com/carbon/article /value-of-china-s-carbon-markets-rises-steeply-in-2024-report-34789.html> (accessed: 15.02.2025).

Значимым результатом функционирования СТК КНР является достижение цели по снижению интенсивности выбросов ПГ в секторе энергетики за счет снижения доли использования угля. Бурный экономический рост Китая сопровождался и значительным ростом первичного потребления энергии — в 4 раза с 2000 по 2023 г. (рис. 3). Основной вклад внесло увеличение потребления энергии из ископаемых источников (прежде всего угля), однако более высокими темпами роста обладает сектор ВИЭ. Китай владеет третью мировых патентов на ВИЭ и является крупнейшим мировым производителем и экспортером соответствующего оборудования — солнечных панелей, ветряных турбин, аккумуляторных батарей и пр. (Матвеев, 2021). В 2023 г. в КНР введено в эксплуатацию столько же солнечных электростанций, сколько во всем мире за весь 2022 г. На 2024 г. на КНР приходится более половины мировых мощностей ВИЭ (Ходоченко, 2024).

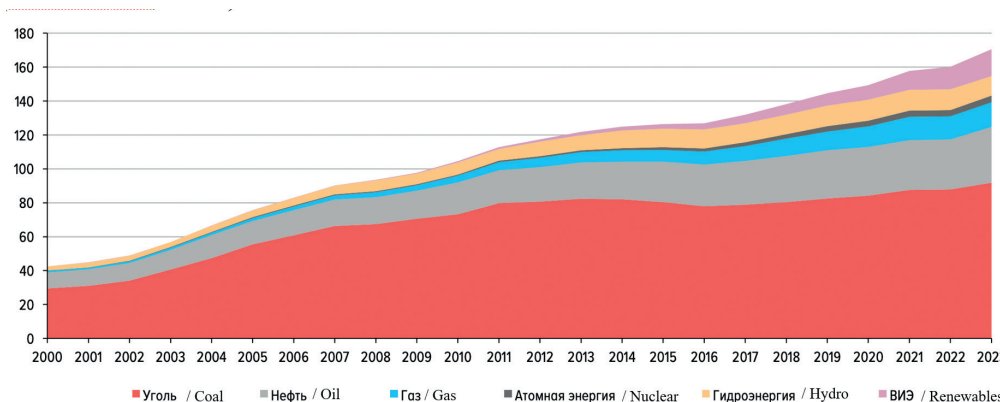


Рис. 3. Первичное потребление энергии в Китае (2000–2023 гг.), эксаджоуль
 Источник: (Василенко, Сидоровский, Шишигин, 2024).

Figure 3. Primary Energy Consumption in China (2000–2023), Exajoules
 Source: (Vasilenko, Sidorovskiy, Shishigin, 2024).

Другой компонент углеродного рынка КНР — национальная и региональные системы углеродного кредитования. Механизмы углеродного кредитования предполагают реализацию климатических проектов по предотвращению или поглощению выбросов ПГ, в рамках которых генерируется соответствующее количество углеродных единиц (в CO_2 -экв.), которые используются для компенсации фактических выбросов ПГ. Их введение обусловлено тем, что достижение углеродной нейтральности к 2060 г. требует не только сокращения выбросов, но и развития технологий компенсации CO_2 (Xiao et al., 2021).

Регистрация климатических проектов в рамках национального механизма углеродного кредитования Китайской программы добровольного сокращения выбросов ПГ, учрежденной в 2012 г., началась в 2015 г., но в 2017 г. была приостановлена на время пересмотра правил без указания конкретных сроков возобновления. 22 января 2024 г. реформа этой программы завершилась и механизм был перезапущен. Региональные механизмы углеродного кредитования действуют в городах Пекине и Чунцине, провинциях Фуцзянь и Гуандун.

Национальные и региональные механизмы углеродного кредитования работают независимо от систем торговли квотами на добровольном рынке, но взаимосвязаны через механизм компенсации регулируемых выбросов в рамках СТК с помощью углеродных кредитов. На четырех различных биржах в начале 2024 г. углеродные кредиты CCERs торговались в диапазоне 54...74 юаня (7,5...10,3 долл.) за т CO_2 -экв., но цена поднялась выше 100 юаней (14 долл.) в ноябре, прежде чем вернуться к стоимости около 96 юаней (13,4 долл.) к концу года. Дефицит CCERs является следствием продолжающейся задержки в выпуске кредитов: на рынке доступны только «старые» кредиты, выданные до 2017 г., и их число постепенно уменьшается, в то время как новые кредиты еще не поступили на рынок. Тем не менее, в 2024 г. объем торговли CCERs увеличился на 29 % (до 19,6 млн тонн) по сравнению с 2023 г. несмотря на то, что три провинции не раскрыли свои данные, а Пекин предоставил сведения толь-

ко об онлайн-транзакциях. Объемы торговли CCERs увеличивались второй год подряд, но все еще значительно ниже пиковых 175,3 млн, зафиксированных в 2021 г., и 80,7 млн в 2020 г.⁶

В условиях низкой прозрачности данных, особенно региональных механизмов, оценить результаты возможно через влияние национального механизма углеродного кредитования на развитие «зеленых» технологий и инноваций в КНР. Количественным показателем, позволяющим провести такую оценку, выбрана доля ВИЭ в общем энергобалансе. Этот показатель рос более быстрыми темпами, чем доля ископаемых источников энергии после учреждения национального механизма углеродного кредитования КНР в 2012 г. Так, совокупный ежегодный темп роста (Compound annual growth rate, CAGR) первичного потребления энергии, полученный из ископаемых источников энергии, с 1990 до 2012 г. составил 6 %, а с 2012 до 2023 г. — 2 %. Тот же показатель для ВИЭ с 1990 до 2012 г. составил 3 %, а с 2012 г. до 2023 г. — 6 %⁷.

Все три компонента углеродного рынка КНР демонстрируют положительные результаты, несмотря на наличие ряда проблем и ограничений. Общей проблемой всех углеродных рынков является недостаточная прозрачность данных, которая ограничивает комплексную оценку эффективности углеродных рынков КНР (табл. 3).

Таблица 3

**Положительные результаты и проблемы
и ограничения компонентов углеродных рынков КНР**

Компонент углеродного рынка КНР	Положительные результаты	Проблемы и ограничения
Национальная СТК	Снижение интенсивности выбросов ПГ в энергетическом сектор	Недостаточная прозрачность низкие цены на квоты низкая ликвидность
Региональные СТК	Сокращение общих выбросов и интенсивности выбросов ПГ	Недостаточная прозрачность низкие и неоднородные цены на квоты низкая ликвидность по мере расширения национальной СТК КНР региональные СТК теряют свою значимость потенциальная утечка углерода в других регионах
Механизмы углеродного кредитования	Более быстрый рост доли ВИЭ в общем энергобалансе страны по сравнению и ископаемыми источниками энергии	Недостаточная прозрачность дефицит углеродных кредитов

Источник: составлено В.А. Грязновой.

⁶ Value of China’s carbon markets rises steeply in 2024: report. URL: <https://www.qcintel.com/carbon/article/value-of-china-s-carbon-markets-rises-steeply-in-2024-report-34789.html> (дата обращения: 04.02.2025).

⁷ Energy Institute (2024), Country Transition Tracker 2024, Energy Institute, London. URL: <https://www.energyinst.org/statistical-review/energy-transition-tracker> (дата обращения: 08.02.2025).

Table 3

Positive Outcomes and Challenges and Limitations of China’s Carbon Market Components

Component of Chinese carbon market	Positive Outcomes	Challenges and Limitations
National ETS	Reduction in GHG emission intensity in the energy sector	Insufficient transparency Low allowance prices Low liquidity
Regional ETSS	Reduction in total and intensity of GHG emissions	Insufficient transparency Low and inconsistent allowance prices Low liquidity Declining relevance as national ETS expands Potential carbon leakage to other regions
Carbon crediting mechanisms	Faster growth in renewable energy share compared to fossil fuels	Insufficient transparency Carbon credit shortages

Source: Compiled by V.A. Gryaznova.

Углеродная интенсивность КНР

В КНР общий объем выбросов продолжает расти, несмотря на расширение углеродного регулирования в стране. При этом рост ВВП опережает выбросы ПГ, т.е. углеродная интенсивность экономики снижается. Углеродная интенсивность экономики рассчитывается путем деления общих выбросов ПГ КНР без учета сектора ЗИЗЛХ на ВВП КНР. Так, в 2023 г. по данным Всемирного банка (World Bank Open Data) ВВП страны составляет 17,79 трлн долл.⁸, а выбросы ПГ — 13 млрд тонн CO₂-экв.⁹, в результате углеродная интенсивность экономики КНР составляет 0,75 т CO₂-экв./тыс. долл. Тот же показатель в 1990 г. составлял 6,69 тонн CO₂-экв./тыс. долл., т.е. почти в 9 раз выше (рис. 4).

При этом, в ЕС показатель углеродной интенсивности экономики в 2023 г. составил 0,14 т CO₂-экв./тыс. долл., а в США — 0,17 т CO₂-экв./тыс. долл. Более того снижение углеродной интенсивности экономики может не быть напрямую связано с расширением климатического регулирования и развитием углеродного рынка. В соответствии с кривой Кузнеця для окружающей среды существует нелинейная связь между уровнем экономического развития и уровнем загрязнения окружающей среды, включая выбросы CO₂. На ранних этапах экономического роста выбросы CO₂ увеличиваются. Но по мере развития экономики, технологического прогресса и усиления экологического регулирования выбросы могут начать снижаться, несмотря на рост ВВП. Китай как раз находится на стадии замедления роста выбросов CO₂ (Wu et al., 2020).

⁸ World Bank Group Data// GDP (current US\$) — China. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?locations=CN> (дата обращения: 04.02.2025).

⁹ World Bank Group Data // Carbon dioxide (CO₂) emissions (total) excluding LULUCF (Mt CO₂e). URL: <https://data.worldbank.org/indicator/EN.GHG.CO2.MT.CE.AR5> (дата обращения: 04.02.2025).

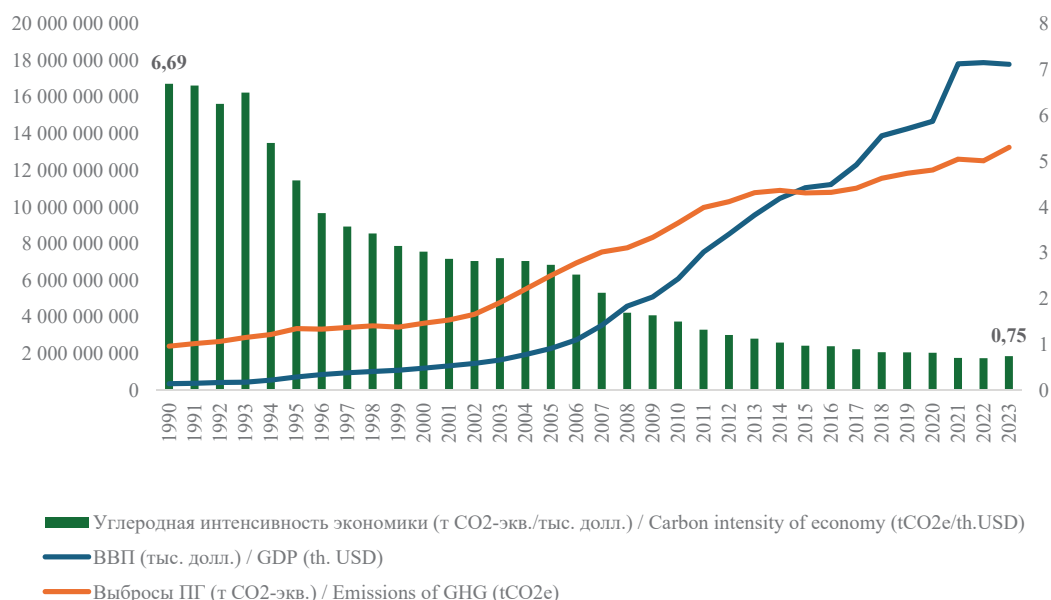


Рис. 4. Углеродная интенсивность экономики КНР (1990–2023 гг.)

Источник: составлено В.А. Грязновой по World Bank Group Data // GDP (current US\$). China. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?locations=CN> (дата обращения: 04.02.2025) и World Bank Group Data // Carbon dioxide (CO₂) emissions (total) excluding LULUCF (Mt CO₂e). URL: <https://data.worldbank.org/indicator/EN.GHG.CO2.MT.CE.AR5> (дата обращения: 04.02.2025).

Figure 4. Carbon intensity of the PRC's economy (1990–2023)

Source: Compiled by V.A. Gryaznova based on World Bank Group Data // GDP (current US\$). China. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?locations=CN> (accessed: 04.02.2025) and World Bank Group Data // Carbon dioxide (CO₂) emissions (total) excluding LULUCF (Mt CO₂e). URL: <https://data.worldbank.org/indicator/EN.GHG.CO2.MT.CE.AR5> (accessed: 04.02.2025).

Ряд исследователей, к примеру, коллектив ученых из Института экономических исследований при компании State Grid Zhejiang Electric Power Co. Ltd и Школы прикладной экономики Жэньминьского университета Китая (Liu et al., 2022) приходят к выводу, что КНР необходимо перейти от контроля интенсивности выбросов к общему лимиту выбросов. В условиях установления целей по снижению интенсивности выбросов предприятия могут увеличивать объемы производства с сохранением высокой энергоэффективности, что способствует увеличению общих выбросов ПГ. Такой подход не соответствует долгосрочной цели Китая по достижению углеродной нейтральности к 2060 г.

Заключение

Анализ снижения углеродной интенсивности экономики КНР показывает, что страна предпринимает значительные меры по декарбонизации в условиях роста выбросов парниковых газов. За последние два десятилетия климатическая политика КНР эволюционировала от необязательных

инициатив к системному подходу, закреплённому в пятилетних планах социально-экономического развития. Несмотря на это, климатические показатели пятилетних планов демонстрируют снижение амбициозности в условиях бурного экономического роста: целевые значения становились менее жесткими с каждым новым планом, за исключением снижения углеродной интенсивности экономики.

Углеродные рынки демонстрируют положительные результаты: системы торговли квотами приводят к снижению интенсивности выбросов ПГ и в некоторых случаях сокращению абсолютных выбросов ПГ, а национальный механизм углеродного кредитования через стимулирование развития ВИЭ способствует декарбонизации наиболее углеродоемкого сектора экономики КНР — энергетики. Хотя углеродные рынки Китая сталкиваются с рядом проблем: недостаточной прозрачностью данных, низкими ценами на квоты и низкой ликвидностью, возможной утечкой углерода в другие регионы и дефицитом углеродных кредитов.

Завершающая часть исследования подчеркивает, что снижение углеродной интенсивности может быть связано не только с усилиями государства, но и с кривой Кузнеця, согласно которому после достижения определенного уровня экономического развития выбросы ПГ начинают снижаться. Для реализации долгосрочной цели по углеродной нейтральности в КНР необходимо дальнейшее совершенствование инструментов регулирования, включая замену целей по снижению интенсивности выбросов на ограничение их абсолютных объемов, а также усиление контроля в рамках систем квотирования и механизмов углеродного кредитования.

Список литературы

- Алексеева Н.Н., Фортыхина Е.А. Климатический вектор эколого-экономической модернизации Китая // *Азия и Африка сегодня*. 2022. № 9. С. 37–45. <https://doi.org/10.31857/S032150750018521-5> EDN: UKTRNK
- Бабаев К.В. Особенности системы торговли выбросами углекислого газа в КНР // *ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика*. 2024. № 5. С. 89–98. <https://doi.org/10.24412/2071-6435-2024-5-89-98> EDN: ZBGMFW
- Василенко Е.П., Сидоровский М.О., Шишигин С.В. Аналитическая записка «Китай на пути к углеродной нейтральности» // Банк России, 2024. URL: https://www.cbr.ru/content/document/file/166501/analytic_note_20241018_dfs.pdf (дата обращения: 15.03.2025).
- Веселова Д.Н. Климатическая политика Китая: процессуальная составляющая // *Евразийская интеграция: экономика, право, политика*. 2023. Т. 17. № 2. С. 121–131. <https://doi.org/10.22394/2073-2929-2023-02-121-131> EDN: IMZSXC
- Грязнова В.А., Пискулова Н.А. Глобализация углеродного рынка: возможности и ограничения (Препринты глав монографии «Новые тренды в экономической глобализации») // *Мировое и национальное хозяйство*. 2023. № 2. С. 464–477. EDN: CCNANU
- Грязнова В.А., Пискулова Н.А. Роль цифровизации в развитии углеродного рынка в мире // *Российский внешнеэкономический вестник*. 2024. № 5. С. 16–37. <https://doi.org/10.24412/2072-8042-2024-5-16-37> EDN: BRHADU
- Макеев Ю.А. Практика разработки пятилетних планов в КНР // *Восточная аналитика*. 2016. № 3. С. 53–63. EDN: DXOFRM

- Макеев Ю.А. Торговля квотами на выбросы парниковых газов в КНР и перспективы создания глобального рынка углеродных квот // Вестник Института востоковедения РАН. 2021. №3 (17). С. 67–74. <https://doi.org/10.31696/2618-7302-2021-3-67-74> EDN: YLCHSF
- Матвеев В.А. Борьба с изменением климата — новая арена противоборства Китая и США // Китай в мировой и региональной политике. История и современность. 2021. Т. 26. № 26. С. 337–351. <https://doi.org/10.24412/2618-6888-2021-26-337-351> EDN: SCTYZS
- Матевосян А.Т. Экологическая политика Китая и потенциал «мягкого влияния» // Вестник Московского университета. Серия 27: Глобалистика и геополитика. 2024. № 2. С. 56–76. <https://doi.org/10.56429/2414-4894-2024-48-2-56-76> EDN: IOQUFZ
- Пак Е.В., Пискулова Н.А. Возможности международного сотрудничества России в сфере зеленой экономики // Международные процессы. 2017. Т. 15. № 4. С. 40–58. <https://doi.org/10.17994/IT.2017.15.4.51.3> EDN: XVIWXZ
- Ходоченко А.В. Экологическая повестка Китая и сотрудничество с Россией в условиях меняющегося глобального экономико-политического баланса // Экономика устойчивого развития. 2024. № 4. С. 261–266. EDN: WIPYBZ
- Cui J., Wang C., Zhang J., Zheng Y. The effectiveness of China's regional carbon market pilots in reducing firm emissions // Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 2021. Vol. 118. № 52. <https://doi.org/10.1073/pnas.2109912118>
- Gao Y., Li M., Xue J., Liu Y. Evaluation of effectiveness of china's carbon emissions trading scheme in carbon mitigation // Energy Economics. 2020. Vol. 90. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104872>
- Ge X., Li Y., Yang H. The green paradox of time dimension: From pilot to national carbon emission trading system in China // Environmental Impact Assessment Review. 2024. Vol. 109. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2024.107642>
- He L.Y., Chen K.X. Does China's regional emission trading scheme lead to carbon leakage? Evidence from conglomerates //Energy Policy. 2023. Vol. 175. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113481>
- Liu J., Hou J., Fan Q., Chen H. China's national ETS: Global and local lessons // Energy Reports. 2022. Vol. 8. Sup. 6. P. 428–437. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.03.097>
- Rauchfleisch A., Schafer M.S. Climate change politics and the role of China: a window of opportunity to gain soft power? // International Communication of Chinese Culture. 2018. Vol. 5. P. 39–59. <https://doi.org/10.1007/s40636-018-0114-9>
- Wang W., Zhao X., Zhang Q., Fu C., Xie P. Auction mechanism design of the Chinese national carbon market for carbon neutralization // Chinese Journal of Population, Resources and Environment. 2022. Vol. 20. № 2. P. 115–124. <https://doi.org/10.1016/j.cjpre.2022.06.002>
- Wu H., Xu L., Ren S., Hao Y., Yan G. How do energy consumption and environmental regulation affect carbon emissions in china? new evidence from a dynamic threshold panel model // Resources Policy. 2020. Vol. 67. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101678>
- Xiao H., Zhou Y., Zhang N., Wang D., Shan Y., Ren J. CO2 emission reduction potential in China from combined effects of structural adjustment of economy and efficiency improvement //Resources, Conservation and Recycling. 2021. Vol. 174. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105760>
- Yang J., Zhao Y., Cao J., Nielsen C.P. Co-benefits of carbon and pollution control policies on air quality and health till 2030 in China //Environment International. 2021. Vol. 152. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106482>
- Zhang T., Deng M. A study on the differentiation of carbon prices in China: Insights from eight carbon emissions trading pilots // Journal of Cleaner Production. 2025. Vol. 501. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.145279>

- Zhao X., Ma X., Chen B., Shang Y., Song, M. Challenges toward Carbon Neutrality in China: Strategies and Countermeasures // *Resources, Conservation and Recycling*. 2022. Vol. 176. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105959>
- Zhang Z.X. China's carbon market: Development, evaluation, coordination of local and national carbon markets, and common prosperity // *Journal of Climate Finance*. 2022. Vol. 1. <https://doi.org/10.1016/j.jclimf.2022.100001>

References

- Alekseeva, N.N., & Fortygina, E.A. (2022). The climate vector of China's eco-economic modernization. *Asia and Africa Today*, (9), 37–45. (In Russ.). <https://doi.org/10.31857/S032150750018521-5> EDN: UKTRNK
- Babaev, K.V. (2024). Features of the carbon trading system in China. *ETAP: Economic Theory, Analysis, Practice*, (5), 89–98. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/2071-6435-2024-5-89-98> EDN: ZBGMFW
- Cui, J., Wang, C., Zhang, J., & Zheng, Y. (2021). The effectiveness of China's regional carbon market pilots in reducing firm emissions. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 118(52). <https://doi.org/10.1073/pnas.2109912118>
- Gao, Y., Li, M., Xue, J., & Liu, Y. (2020). Evaluation of effectiveness of China's carbon emissions trading scheme in carbon mitigation. *Energy Economics*, 90. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104872>
- Ge, X., Li, Y., & Yang, H. (2024). The green paradox of time dimension: From pilot to national carbon emission trading system in China. *Environmental Impact Assessment Review*. 109. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2024.107642>.
- Gryaznova, V.A., & Piskulova, N.A. (2023). Globalization of the carbon market: Opportunities and constraints (excerpts from the monograph "New trends in economic globalization"). *World Economy and International Affairs*, (2), 464–477. (In Russ.). EDN: CCNAHU
- Gryaznova, V.A., & Piskulova, N.A. (2024). The Role of Digitization in the Development of the Carbon Market Worldwide // *Russian Foreign Economic Vestnik*, (5), 16–37. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/2072-8042-2024-5-16-37> EDN: BRHADU
- He, L.Y., & Chen, K.X. (2023). Does China's regional emission trading scheme lead to carbon leakage? Evidence from conglomerates, *Energy Policy*, 175. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2023.113481>
- Khodochenko, A.V. (2024). China's environmental agenda and cooperation with Russia under changing global economic and political conditions. *Sustainable Development Economics*, (4), 261–266. (In Russ.). EDN: WIPYBZ
- Liu, J., Hou, J., Fan, Q., & Chen, H. (2022). China's national ETS: Global and local lessons. *Energy Reports*, 8(6), 428–437. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.03.097>
- Makeyev, Yu.A. (2021). Greenhouse gas emission quota trading in China and prospects for establishing a global carbon quota market. *Bulletin of the Institute of Oriental Studies RAS*, (3), 67–74. (In Russ.). <https://doi.org/10.31696/2618-7302-2021-3-67-74> EDN: YLCHSF
- Makeyev, Yu.A. (2016). The practice of developing five-year plans in China. *Oriental Analytics*, (3), 53–63. (In Russ.). EDN: DXOFRM
- Matevosyan, A.T. (2024). China's environmental policy and the potential of "Soft power". *Moscow University Herald. Series 27: Global Studies and Geopolitics*, (2), 56–76. (In Russ.). <https://doi.org/10.56429/2414-4894-2024-48-2-56-76> EDN: IOQUFZ
- Matveyev, V.A. (2021). Fighting climate change — a new arena of China-US competition. *China in World and Regional Politics: History and Contemporary Issues*, 26(26), 337–351. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/2618-6888-2021-26-337-351> EDN: SCTYZS

- Pak, E.V., & Piskulova, N.A. (2017). Opportunities for international cooperation between Russia and other countries in the field of green economy. *International Processes*, 15(4), 40–58. (In Russ.). <https://doi.org/10.17994/IT.2017.15.4.51.3> EDN: XVIWXXZ
- Rauchfleisch, A., & Schafer, M.S. (2018). Climate change politics and the role of China: A window of opportunity to gain soft power? *International Communication of Chinese Culture*, (5), 39–59. <https://doi.org/10.1007/s40636-018-0114-9>
- Vasilyenkova, E.P., Sidorovskiy, M.O., & Shishigin, S.V. (2024). Analytical Note “China on the Path to Carbon Neutrality”. Central Bank of Russia. (In Russ.). URL: https://www.cbr.ru/content/document/file/166501/analytic_note_20241018_dfs.pdf
- Veselova, D.N. (2023). China’s climate policy: Procedural aspects. *Eurasian Integration: Economics, Law, Politics*, 17(2), 121–131. (In Russ.). <https://doi.org/10.22394/2073-2929-2023-02-121-131> EDN: IMZSXC
- Wang, W., Zhao, X., Zhang, Q., Fu, C., & Xie, P. (2022). Auction mechanism design of the Chinese national carbon market for carbon neutralization. *Chinese Journal of Population, Resources and Environment*, 20(2), 115–124. <https://doi.org/10.1016/j.cjpre.2022.06.002>
- Wu, H., Xu, L., Ren, S., Hao, Y., & Yan, G. (2020). How do energy consumption and environmental regulation affect carbon emissions in China? New evidence from a dynamic threshold panel model. *Resources Policy*, 67. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101678>
- Xiao, H., Zhou, Y., Zhang, N., Wang, D., Shan, Y., & Ren, J. (2021). CO2 emission reduction potential in China from combined effects of structural adjustment of economy and efficiency improvement. *Resources, Conservation and Recycling*, 174. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105760>
- Yang, J., Zhao, Y., Cao, J., & Nielsen, C.P. (2021). Co-benefits of carbon and pollution control policies on air quality and health till 2030 in China. *Environment International*, 152. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106482>
- Zhang, T., & Deng, M. (2025). A study on the differentiation of carbon prices in China: Insights from eight carbon emissions trading pilots. *Journal of Cleaner Production*, 501. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.145279>
- Zhao, X., Ma, X., Chen, B., Shang, Y., & Song, M. (2022). Challenges toward carbon neutrality in China: Strategies and countermeasures. *Resources, Conservation and Recycling*, 176. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105959>
- Zhang, Z.X. (2022). China’s carbon market: Development, evaluation, coordination of local and national carbon markets, and common prosperity. *Journal of Climate Finance*, 1. <https://doi.org/10.1016/j.jclimf.2022.100001>

Сведения об авторе / Bio note

Грязнова Варвара Алексеевна, преподаватель кафедры УГМК «Международные транспортные операции», аспирант кафедры международных экономических отношений и внешнеэкономических связей им. Н.Н. Ливенцева, МГИМО МИД России, Российская Федерация, 119454, Москва, проспект Вернадского, д. 76. ORCID: 0000-0002-7044-3953. SPIN-код: 4511-9508. E-mail: gryaznova.v.a@my.mgimo.ru

Varvara A. Gryaznova, Lecturer of the Department of International Transport and Logistics, PhD student of the Department of International Economic Relations and Foreign Economic Affairs named after N.N. Liventsev, MGIMO University, 76 Prospect Vernadskogo, Moscow, 119454, Russian Federation. ORCID: 0000-0002-7044-3953. SPIN-code: 4511-9508. E-mail: gryaznova.v.a@my.mgimo.ru