



DOI: 10.22363/2313-2329-2023-31-4-740-759

EDN: SJRCKB

УДК 330.13:657.62

Научная статья / Research article

## Сравнительный анализ эффективности механизмов углеродного рынка и углеродного налога для реализации целей общемирового снижения углеродного следа

Е.Б. Завьялова , Цзячэнь Ли 

МГИМО МИД России,  
Российская Федерация, 119454, Москва, пр-т Вернадского, д. 76

✉ [e.zavyalova@inno.mgimo.ru](mailto:e.zavyalova@inno.mgimo.ru)

**Аннотация.** Экологическая повестка является определяющей при формировании мировой экономики на современном этапе. Необходимость зелёного перехода редко ставится учеными под сомнение. Однако сохраняется большой разброс мнений по вопросу того, какие инструменты являются самыми эффективными для достижения поставленных целей снижения углеродного следа. Самыми популярными на сегодняшний день являются механизмы углеродного рынка и углеродного налога. Цель исследования — используя методы моделирования, анализа литературы и методы дедукции для сравнения сходств и различий основных принципов применения налога на выбросы углерода и механизма углеродного рынка, выявить преимущества и недостатки обоих подходов. К результатам исследования можно отнести то, что механизм углеродного рынка имеет очевидные преимущества, такие как гибкость, межотраслевой и межтерриториальный охват, а также относительная выгода для компаний по сравнению с механизмом налога на выбросы углерода. В то же время механизм углеродного налога имеет очевидное преимущество в виде низких затрат на управление и широкого охвата, но, с другой стороны, эти преимущества уходят на второй план из-за потенциальной неэффективности и высокой «стоимости» для компаний. Если проанализировать политику крупных стран с большим объемом выбросов углерода за последние 2–3 года, то становится очевидно, что они чаще внедряют элементы углеродного рынка для сокращения выбросов. На основе проведенного теоретического анализа основных характеристик углеродного рынка и налога на выбросы углерода, а также их преимуществ недостатков, авторы призывают не ограничиваться одним из вариантов, а использовать оба механизма одновременно. В частности, углеродный рынок должен быть основным механизмом, когда ставится цель создать большее количество стимулов для активного сокращения выбросов углерода, в то время как

---

© Завьялова Е.Б., Ли Цзячэнь, 2023



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

политика налога на выбросы углерода может быть дополнительной мерой для стимулирования или «наказания» тех предприятий, которые превышают нормы выбросов, также углеродный налог поможет охватить те отрасли, которые по разным причинам не могут быть представлены на углеродном рынке.

**Ключевые слова:** торговля эмиссионными квотами, схема торговли выбросами (ETS), налог на выбросы углерода, налог на выбросы углерода плюс ETS, парниковый эффект, неуглеродные парниковые газы, рынок выбросов углерода

**История статьи:** поступила в редакцию 22 июля 2023 г.; проверена 18 августа 2023 г.; принята к публикации 15 сентября 2023 г.

**Для цитирования:** Завьялова Е.Б., Ли Цзячэнь. Сравнительный анализ эффективности механизмов углеродного рынка и углеродного налога для реализации целей общемирового снижения углеродного следа // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика. 2023. Т. 31. № 4. С. 740–759. <https://doi.org/10.22363/2313-2329-2023-31-4-740-759>

## Comparative analysis of the carbon market and the carbon tax mechanisms efficiency to achieve the goals of the global carbon footprint reduction

Elena B. Zavyalova , Jiacheng Li 

*MGIMO University,  
76 Vernadskogo Av., Moscow, 119454, Russian Federation*

✉ [e.zavyalova@inno.mgimo.ru](mailto:e.zavyalova@inno.mgimo.ru)

**Abstract.** The environmental agenda is decisive in the formation of the world economy at the present stage. The need for a green transition is rarely questioned by scientists. However, there remains a wide range of opinions about which instruments are the most effective in achieving the set goals of reducing the carbon footprint. The most popular mechanisms today are the carbon market and carbon tax mechanisms. Aim of the research was using modeling, literature analysis, and deduction methods to compare the similarities and differences between the basic principles of applying a carbon tax and a carbon market mechanism, the authors of the article identify the advantages and disadvantages of both approaches. The results of the research showed that the carbon market mechanism has obvious advantages such as flexibility, cross-industry and cross-territory coverage, and relative benefits for companies compared to a carbon tax mechanism. At the same time, the carbon tax mechanism has the obvious advantage of low management costs and wide coverage, but, on the other hand, these advantages are offset by potential inefficiencies and high “cost” for companies. The analysis of the policies of large countries with large carbon emissions over the past 2–3 years shows that they are more likely to introduce elements of the carbon market to reduce emissions. Based on the theoretical analysis of the main characteristics of the carbon market and carbon tax, as well as their advantages and disadvantages, the authors urge not to be limited to one of the options, but to use both mechanisms simultaneously. In particular, the carbon market should be the main mechanism when the goal is to create more incentives to actively reduce carbon emissions, while carbon tax policies can be an additional measure to incentivize or “punish” those enterprises that exceed emission standards, also, the carbon tax will help to involve those industries that, for various reasons, cannot be represented on the carbon market.

**Keywords:** carbon emission trading, emission trading scheme (ETS), carbon tax, carbon tax plus ETS, greenhouse effect, non-carbon greenhouse gases, carbon emission market

**Article history:** received 22 July 2023; revised 18 August 2023; accepted 15 September 2023.

**For citation:** Zavyalova, E.B., & Li, Jiacheng. (2023). Comparative analysis of the carbon market and the carbon tax mechanisms efficiency to achieve the goals of the global carbon footprint reduction. *RUDN Journal of Economics*, 31(4), 740–759. (In Russ.). <https://doi.org/10.22363/2313-2329-2023-31-4-740-759>

## Введение

В 1992 г. в Рио-де-Жанейро был установлен принцип общей, но дифференцированной ответственности международного сообщества в отношении окружающей среды и развития. В декабре 1997 г. Киотский протокол впервые в истории человечества ограничил выбросы парниковых газов, предложив такие методы, как торговля выбросами и комплексный подход. Затем 196 стран согласовали Парижское соглашение в 2015 г., нацеленное на построение климатически нейтрального мира к середине XXI в. Эти климатические конференции, в которых приняли участие и с которыми согласились почти все страны мира, в совокупности обеспечили базу для популярной сегодня системы налогообложения выбросов углерода и системы торговли квотами на выбросы углерода.

Согласно данным МВФ и Всемирного банка, за более чем двадцатилетний период с тех пор, как страны Северной Европы впервые использовали налог на выбросы углерода в 1990-х гг., страны во всем мире ввели экономические меры, нацеленные на снижение выбросов углерода для сдерживания глобального потепления. К таким мерам относятся налог на выбросы углерода, схема торговли выбросами (ETS), налог на выбросы углерода плюс ETS<sup>1</sup>. Однако до сих пор нет единого мнения относительно того, какая именно из этих моделей наиболее эффективна в отношении сокращения выбросов углерода.

## Результаты

### Единый стандарт и потенциал глобального потепления (ПГП)

Первое, что следует отметить, — парниковые газы состоят не только из углекислого газа, они включают метан, закись азота, гидрофторуглероды, перфторуглероды, гексафторид серы и др. В Пятом отчете Межправительственной группы экспертов Организации Объединенных Наций по изменению климата (UNIPCC, МГЭИК) говорится, что на долю углекислого газа (CO<sub>2</sub>) приходится около 63 %, метана (CH<sub>4</sub>) — около 18 %, закиси азота (N<sub>2</sub>O) — около 6 % от общего согревающего эффекта, вклад других примесей составляет

---

<sup>1</sup> IMF Blog (2022) More Countries Are Pricing Carbon, but Emissions Are Still Too Cheap. URL: <https://www.imf.org/en/Blogs/Articles/2022/07/21/blog-more-countries-are-pricing-carbon-but-emissions-are-still-too-cheap> (accessed: 18.01.2023).; Our World in Data (updated to 2022) CO2 emissions. <https://ourworldindata.org/co2/country/china?country=ARG~ZAF~CHL> (accessed: 21.01.2023).

около 13 %<sup>2</sup>. Чтобы унифицировать результаты общего парникового эффекта, необходимо объединить измерения путем сравнения различных видов парниковых газов, и, поскольку вклад потепления CO<sub>2</sub> в повышение температуры является самым большим, эквивалент CO<sub>2</sub> указывается в качестве основной единицы измерения парникового эффекта. Потенциал глобального потепления (ПГП) для каждого парникового газа был представлен МГЭИК в 2007 г., после чего данные по различным парниковым газам регулярно обновлялись и пересчитывались с учетом отдаленного по времени воздействия. Общая картина представлена в табл. 1.

Таблица 1

## Потенциал глобального потепления (ПГП)

Элемент	Химическая формула	Жизненный цикл в годах	Временной горизонт ПГП		
			20 лет	100 лет	500 лет
Углекислый газ	CO <sub>2</sub>	Варьируется	1	1	1
Метан	CH <sub>4</sub>	12±3	56	21	6,5
Оксид азота	N <sub>2</sub> O	120	280	310	170
HFC–23	CHF <sub>3</sub>	264	9 100	11 700	9 800
HFC–32	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	5,6	2 100	650	200
HFC–41	CH <sub>3</sub> F	3,7	490	150	45
HFC–43-10mee	C <sub>5</sub> H <sub>2</sub> F <sub>10</sub>	17,1	3 000	1 300	400
HFC–125	C <sub>2</sub> HF <sub>5</sub>	32,6	4 600	2 800	920
HFC–134	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub>	10,6	2 900	1 000	310
HFC–134a	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	14,6	3 400	1 300	420
HFC–152a	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> F <sub>2</sub>	1,5	460	140	42
HFC–143	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	3,8	1 000	300	94
HFC–143a	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	48,3	5 000	3 800	1 400
HFC–227ea	C <sub>3</sub> HF <sub>7</sub>	36,5	4 300	2 900	950
HFC–236fa	C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	209	5 100	6 300	4 700
HFC–245ca	C <sub>3</sub> H <sub>3</sub> F <sub>5</sub>	6,6	1 800	560	170
Гексафторид серы	SF <sub>6</sub>	3 200	16 300	23 900	34 900
Перфторметан	CF <sub>4</sub>	50 000	4 400	6 500	10 000
Перфторэтан	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	10 000	6 200	9 200	14 000
Перфторпропан	C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	2 600	4 800	7 000	10 100
Перфторбутан	C <sub>4</sub> F <sub>10</sub>	2 600	4 800	7 000	10 100
Перфторциклобутан	c-C <sub>4</sub> F <sub>8</sub>	3 200	6 000	8 700	12 700
Перфторпентан	C <sub>5</sub> F <sub>12</sub>	4 100	5 100	7 500	11 000
Перфторгексан	C <sub>6</sub> F <sub>14</sub>	3 200	5 000	7 400	10 700

Источник: Global Warming Potentials (IPCC Second Assessment Report). UNFCCC (2022). Global Warming Potentials (IPCC Second Assessment Report). URL: <https://unfccc.int/process/transparency-and-reporting/greenhouse-gas-data/greenhouse-gas-data-unfccc/global-warming-potentials> (accessed: 01.09.2023).

<sup>2</sup> IPCC (2013) Climate Change 2013: The Physical Science Basis. URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/> (accessed: 25.11.2022).

## Global Warming Potentials

Species	Chemical formula	Lifetime (years)	Global Warming Potential (Time Horizon)		
			20 years	100 years	500 years
Carbon dioxide	CO <sub>2</sub>	variable §	1	1	1
Methane	CH <sub>4</sub>	12±3	56	21	6.5
Nitrous oxide	N <sub>2</sub> O	120	280	310	170
HFC–23	CHF <sub>3</sub>	264	9 100	11 700	9 800
HFC–32	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	5.6	2 100	650	200
HFC–41	CH <sub>3</sub> F	3.7	490	150	45
HFC–43-10mee	C <sub>5</sub> H <sub>2</sub> F <sub>10</sub>	17.1	3 000	1 300	400
HFC–125	C <sub>2</sub> HF <sub>5</sub>	32.6	4 600	2 800	920
HFC–134	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub>	10.6	2 900	1 000	310
HFC–134a	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	14.6	3 400	1 300	420
HFC–152a	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> F <sub>2</sub>	1.5	460	140	42
HFC–143	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	3.8	1 000	300	94
HFC–143a	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	48.3	5 000	3 800	1 400
HFC–227ea	C <sub>3</sub> HF <sub>7</sub>	36.5	4 300	2 900	950
HFC–236fa	C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	209	5 100	6 300	4 700
HFC–245ca	C <sub>3</sub> H <sub>3</sub> F <sub>5</sub>	6.6	1 800	560	170
Sulphur hexafluoride	SF <sub>6</sub>	3 200	16 300	23 900	34 900
Perfluoromethane	CF <sub>4</sub>	50 000	4 400	6 500	10 000
Perfluoroethane	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	10 000	6 200	9 200	14 000
Perfluoropropane	C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	2 600	4 800	7 000	10 100
Perfluorobutane	C <sub>4</sub> F <sub>10</sub>	2 600	4 800	7 000	10 100
Perfluorocyclobutane	c-C <sub>4</sub> F <sub>8</sub>	3 200	6 000	8 700	12 700
Perfluoropentane	C <sub>5</sub> F <sub>12</sub>	4 100	5 100	7 500	11 000
Perfluorohexane	C <sub>6</sub> F <sub>14</sub>	3 200	5 000	7 400	10 700

Source: Global Warming Potentials (IPCC Second Assessment Report). UNFCCC (2022). Global Warming Potentials (IPCC Second Assessment Report). Retrieved September 1, 2023, from <https://unfccc.int/process/transparency-and-reporting/greenhouse-gas-data/greenhouse-gas-data-unfccc/> global-warming-potentials (accessed: 01.09.2023).

Примечательно, что в качестве основных источников выбросов парниковых газов, не связанных с CO<sub>2</sub>, по расчетам Министерства экологии и окружающей среды Китайской Народной Республики, сделанным в 2019 г., были названы

Китай, США, Индия и Россия<sup>3</sup>. При этом выбросы в Китае составили 2,0 миллиарда метрических тонн эквивалента CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>-eq) что меньше, чем у США, Индии и России (Olivier J. et al., 2017).

### Как работает углеродный рынок, его преимущества и проблемы

После того как была поставлена окончательная цель по сдерживанию повышения температуры (Olivier, Schure, Peters, 2017), выбросы ПГ стали ограниченным правом и углеродный рынок предоставляет платформу для торговли этим правом. Согласно опросу, проведенному Международной ассоциацией торговли квотами на выбросы (IETA), 88 % респондентов считают углеродные рынки эффективным инструментом для достижения поставленной цели<sup>4</sup>.

Торговлю углеродными единицами можно разделить на несколько процессов.

1. Во-первых, все загрязнители должны централизованно отчитываться перед регулируемыми органами о своих собственных выбросах углерода. В этом процессе третья сторона будет проверять и представлять отчет о проверке в регулирующий отдел, чтобы проверить точность данных, заявленных эмитентом.
2. После того как регулирующий орган соберет информацию о выбросах от всех хозяйствующих субъектов в регионе, определяется общее количество выбросов в стране с учетом выбросов различных отраслей и разных регионов. При этом для научного расчета ПГП каждого парникового газа важно иметь доступ к открытым и прозрачным данным для объективного расчета ценообразования и последующей торговли квотами.
3. Следующим шагом является определение выбросов каждого «загрязнителя». Существует два основных способа определения оптимального объема выбросов для каждого субъекта: метод отраслевых эталонов, метод исторической интенсивности значения и общих выбросов. Конечно, сумма должна быть меньше, чем в предыдущие годы, а в качестве стимула для субъектов выбросов целесообразно использовать управленческие или технические средства для сокращения выбросов.
4. Далее следует этап свободной торговли, когда общее сокращение выбросов экономических субъектов превышает заданное значение, они могут продать сумму своей нереализованной квоты в ограниченное время. Если цель общего сокращения выбросов не может быть достигнута по каким-либо объективным причинам, они могут купить квоты на выбросы углерода, выставленные на рынке другими игроками.

<sup>3</sup> Ministry of Ecology and Environment. People's Republic of China. The People's Republic of China (2019). Second Biennial Update Report on Climate Change. URL: <http://qhs.mee.gov.cn/kzwsqtpf/201907/P020190701765971866571.pdf> (accessed: 01.09.2023).

<sup>4</sup> IETA (2016) IETA's annual GHG market sentiment survey. URL: <https://www.ieta.org/Reports/> (accessed: 01.09.2023).

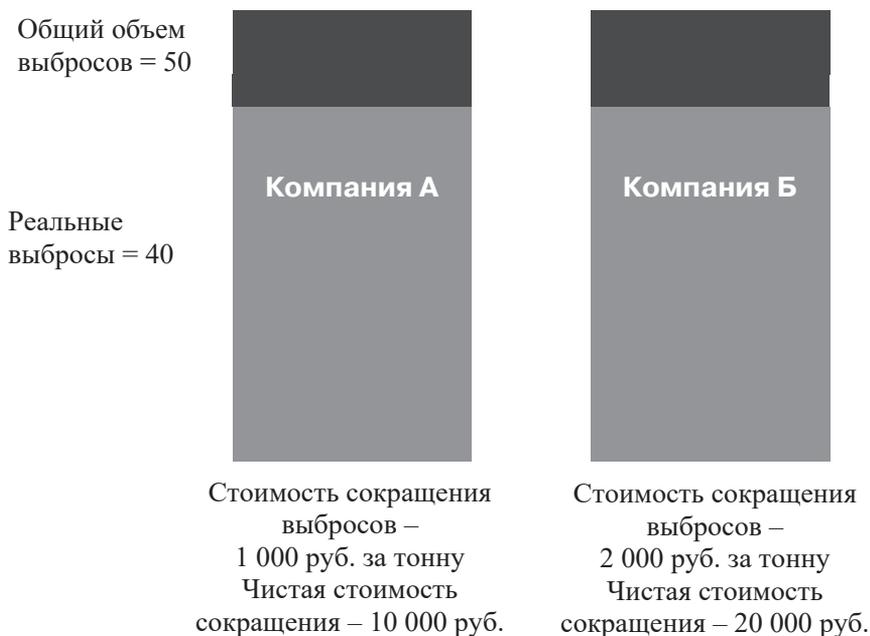
5. Последний этап — отчетный. Компетентный орган проверит, достиг ли каждый источник выбросов целевого показателя за счет сокращения выбросов самостоятельно или за счет закупок.

Таким образом, у каждой компании появляется возможность выбрать наиболее подходящую стратегию. Компании, которые по разным причинам не готовы внедрять более энергоэффективные технологии, могут приобрести углеродные кредиты непосредственно на углеродном рынке. Другие компании могут получить дополнительную прибыль за счет продажи своих квот на углеродном рынке. Другие эмитенты могут повысить эффективность своих экологических программ с помощью технических средств или сократить выбросы за счет усиления менеджмента компании, но в любом случае этот механизм значительно стимулирует инициативу каждого эмитента. Другими словами, компании, которые не достигают своих целей по выбросам, должны покупать углеродные единицы на углеродном рынке, в противном случае они подвергаются серьезным экономическим штрафам или даже вынуждаются приостановить свою деятельность. Компании, превысившие цель сокращения, получают дополнительную прибыль от продажи углеродных единиц.

Рассмотрим две модели, которые помогут понять логику работы рынка торговли квотами на выбросы углерода. Предположим, что на рынке есть две компании, А и Б. В первом случае общее количество контролируется, но нет углеродного рынка, т.е. выбросы углерода не могут быть проданы. Квота для обеих компаний в этом году составляет 50 тонн. Но на самом деле как А, так и Б в результате технических и управленческих усилий фактически выбросили по 40 тонн за этот год. Стоимость сокращения выбросов для А составляет 1000 рублей за тонну, а для Б — 2000 рублей за тонну (рис. 1). В этом случае общая стоимость сокращения выбросов А и Б составляет 30 000 руб.

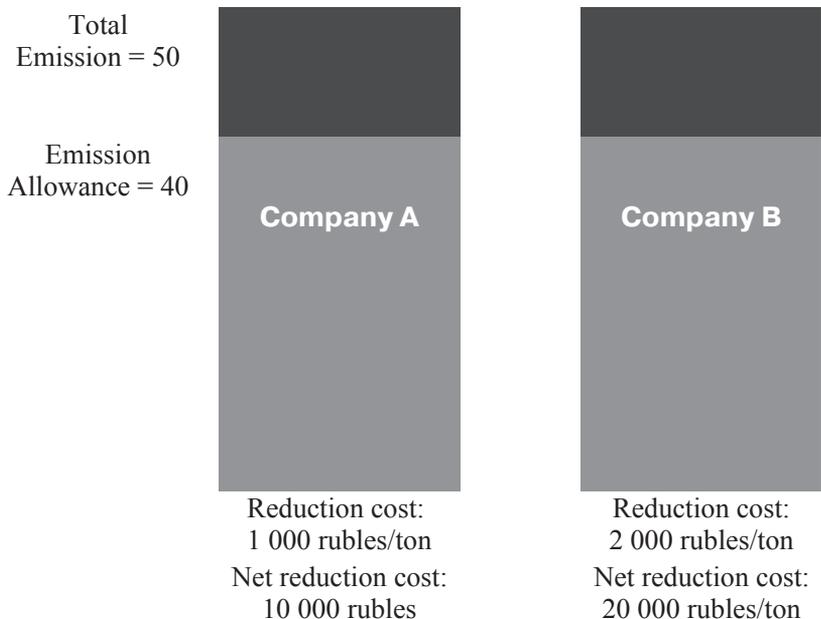
Теперь рассмотрим второй случай. Каждая из компаний (А и Б) имеет разрешение на выброс в размере 40 тонн в этом году, но на самом деле обеим компаниям необходимо выбросить 50 тонн. Затраты компании А на снижение выбросов 1000 рублей за тонну, в результате предпринятых усилий компании А удалось сократить 20 тонн, фактическая стоимость сокращения выбросов — 20000 рублей. Затраты компании Б на сокращение выбросов составляют 2000 рублей за тонну, поэтому в этом году компания Б решила не предпринимать усилия по сокращению выбросов самостоятельно, а напрямую купила 10 тонн прав на выбросы углерода у компании А, в итоге потратив всего 5000 рублей. Поскольку компания Б не уменьшила собственные выбросы, то компания Б не имеет собственных затрат на сокращение выбросов, просто потратила 5000 рублей на покупку десяти тонн. Компания А потратила 20 000 руб. на сокращение выбросов, но получила 5 000 руб. от компании Б. Фактические затраты для А составляют 15 000 руб. Таким образом, эти две компании в сумме потратили на выбросы углекислого газа 20 000 рублей, что на 10 000 рублей меньше, чем в рассмотренном выше первом примере. Таким образом, углеродный рынок имеет очевидные преимущества низкой стоимости (рис. 2).

**Пример 1**



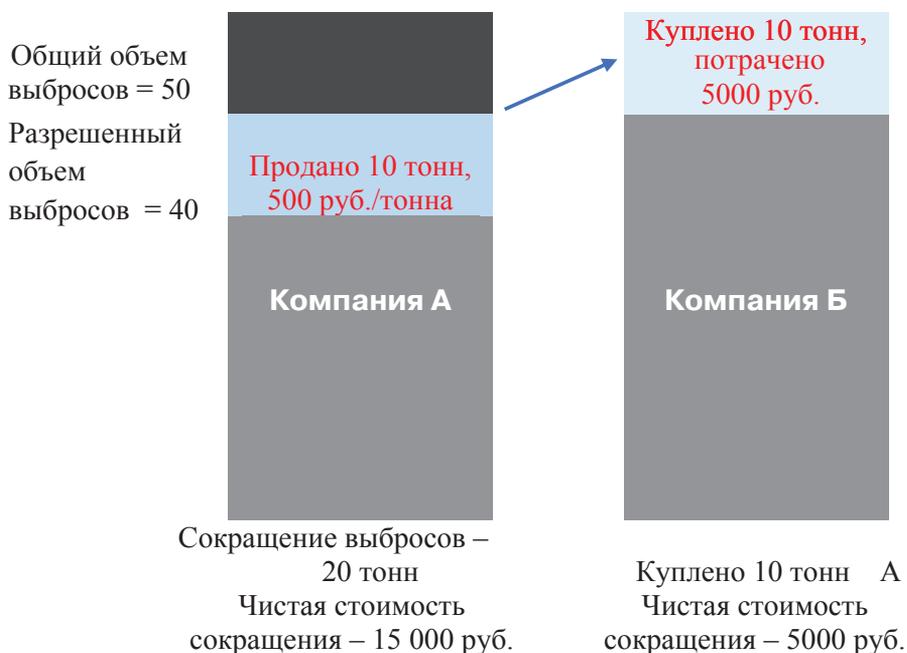
**Рис. 1.** Контроль общего объема выбросов при отсутствии углеродного рынка  
Источник: составлено авторами.

**The First Case**



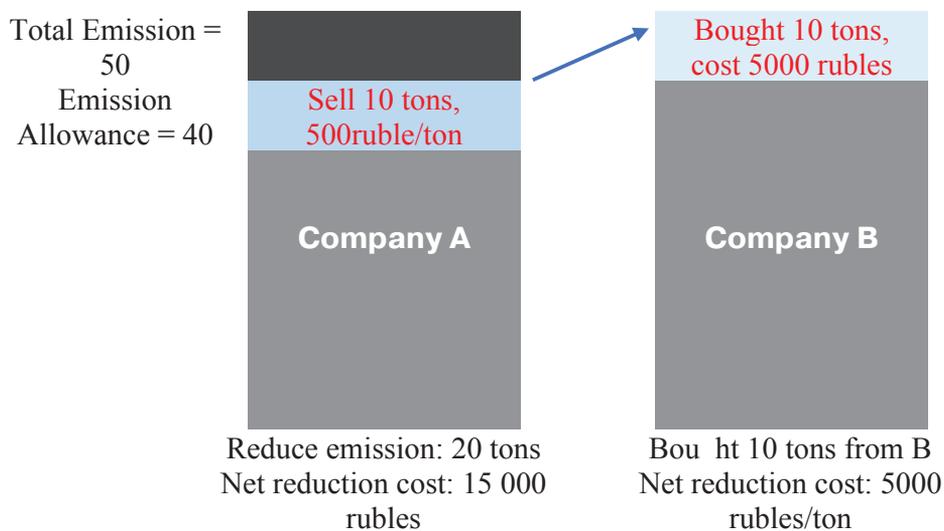
**Figure 1.** Control the total volume, but no trading  
Source: compiled by the authors.

**Пример 2**



**Рис. 2.** Контроль общего объема выбросов при существовании углеродного рынка  
Источник: составлено авторами.

**The Second Case**



**Figure 2.** Control the total volume, and allow trading  
Source: compiled by the authors.

Теперь легко увидеть, что для одних и тех же компаний последствия, вызванные наличием или отсутствием рынка торговли квотами на выбросы углерода, совершенно разные. Во втором случае достигается не только общее сокращение выбросов, но и общих затрат на сокращение выбросов в экономике в целом. Затраты на борьбу с загрязнением окружающей среды компании А уменьшаются, а затраты на борьбу с загрязнением окружающей среды компании Б показывают значительное снижение.

Углеродный рынок также имеет схожий эффект на уровне взаимодействия различных регионов или отраслей, поскольку в этих двух случаях компания А и компания Б могут быть заменены страной А и страной Б или отраслью А и отраслью Б. Примером этого механизма является Система торговли выбросами ЕС (EU ETS), действующая с 2005 г. во всех странах ЕС, а также в Исландии, Лихтенштейне и Норвегии. В результате работы Системы удалось ограничить выбросы примерно 10 000 промышленных объектов в энергетическом секторе и обрабатывающей промышленности, а также от авиакомпаний, выполняющих рейсы между этими странами. В общей сложности Система контролирует около 40 % парниковых газов ЕС<sup>5</sup>.

Углеродный рынок, как правило, предназначен для обеспечения сокращения общего объема выбросов углерода в регионе или в стране. Однако в противовес преимуществам гибкости, рыночных стимулов, межрегионального и межотраслевого характера рынок торговли квотами на выбросы углерода может страдать от необоснованных торговых цен и ограниченного числа участников. Поскольку цена углеродных эквивалентов на рынке в значительной степени определяется спросом и предложением, если на рынке продается слишком много единиц углеродных выбросов, цена за единицу будет слишком низкой. Когда в продаже их мало, цена за единицу, вероятно, будет слишком высокой. Цена разумна только тогда, когда предложение является разумным. Безусловно, углеродный рынок также может быть объектом манипуляций со стороны спекулянтов, как и на любых других рынках, а значит, крайне важны механизмы его регулирования.

Внедрение углеродного рынка также может столкнуться с проблемой низкой мотивации к участию единиц выбросов углерода. Другими словами, когда компании не сотрудничают или не заинтересованы в участии в углеродном рынке, углеродный рынок не сможет обеспечить желаемый эффект.

В этом вопросе также важна способность регулятора углеродного рынка стимулировать и мотивировать руководство предприятий-загрязнителей присоединиться к углеродному рынку, чтобы постепенно сокращать выбросы углерода. Например, Китай для развития углеродного рынка, как страна с наибольшим объемом выбросов, с 2011 г. принял подход, заключающийся в определении пилотных регионов и отраслей для приобретения достаточного опыта (Swartz, 2016), а затем начал распространять удачный опыт на всю территорию

---

<sup>5</sup> European Commission (2021) EU Emissions Trading System (EU ETS). URL: [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets\\_en](https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en) (accessed: 14.12.2022).

страны с 2021 г.<sup>6</sup> В свою очередь, в России в 2022 г. стартовал Сахалинский эксперимент, который нацелен как на достижение углеродной нейтральности к 2029 г., так и создание системы торговли выбросами, которую впоследствии можно будет распространить на другие регионы. Значимым шагом является начало работы в 2022 г. российского реестра углеродных единиц, причем выпустить в обращение углеродные единицы могут как физические, так и юридические лица.

### Как работает налог на выбросы углерода, его преимущества и проблемы

Налог на выбросы углерода направлен на сокращение потребления ископаемого топлива и выбросов CO<sub>2</sub> за счет налогообложения продуктов из ископаемого топлива, таких как уголь, нефть и природный газ, пропорционально содержанию в них углерода в целях защиты окружающей среды. Такой подход имеет ряд однозначных преимуществ. Во-первых, в отличие от механизмов сокращения выбросов парниковых газов, основанных на рыночной конкуренции, механизм налога на выбросы углерода встраивается в существующую налоговую систему, для чего требуются лишь относительно небольшие дополнительные административные расходы. Во-вторых, охват налога на выбросы углерода более широкий, и он вполне может распространяться на те малые и микропредприятия или даже отдельных лиц с меньшими выбросами. В-третьих, в процессе введения налога на выбросы углерода правительство может использовать налоговые поступления для перераспределения и содействия переходу на низкоуглеродные технологии и т. д. (Elgouacem et al., 2020).

Проблемы налога на выбросы углерода в основном связаны с трудностью точного расчета эффекта сокращения выбросов и большим сопротивлением предприятий с высоким уровнем выбросов. Налог на выбросы углерода в основном нацелен на отрасли, которые используют много ископаемого топлива и выделяют парниковые газы, такие как углекислый газ, например, угольная энергетика, сталелитейная отрасль, нефтехимия, цветная металлургия, производство строительных материалов, химия, транспорт и т. д. Внедрение налога на выбросы углерода, несомненно, повысит себестоимость продукции предприятий, заставив их выбирать более низкоуглеродные альтернативы или низкоуглеродные методы производства.

Серьезной проблемой является и «тариф на выбросы углерода», который представляет собой своего рода налог на выбросы углерода, в основном для импортных и экспортных товаров. Европейская комиссия недавно объявила о создании Механизма корректировки углеродных границ (СВАМ), который официально введет углеродный тариф на некоторые товары, импортируемые

---

<sup>6</sup> International Carbon Action Partnership. URL: <https://icapcarbonaction.com/en> (accessed: 23.12.2022).

в ЕС, начиная с 2026 г.<sup>7</sup> По своей сути углеродный тариф — это торговая мера, соответственно, будущие правила учета выбросов и правила установления тарифов на них определенно станут предметом горячих споров и даже конфликтов в глобальной торговле уже в ближайшие годы.

Налог на выбросы углекислого газа не должен быть одинаковым для всех отраслей, потому что стоимость выбросов различна для разных отраслей. Даже в одной и той же отрасли стоимость выбросов или сокращения выбросов неодинакова. Например, в энергетической отрасли выбросы угольной энергетики самые высокие, а солнечная и ветровая энергия близки к нулевому уровню выбросов. Углеродный налог нужно диверсифицировать, он должен быть разным для разных отраслей, а затем и для предприятий с разными разделами углеродоемкости.

Общим мнением считается, что введение налога на выбросы углерода определенно приведет к росту стоимости продукции предприятий, на самом деле это не всегда так. Предприятия, конечно, не могут приветствовать налог на выбросы углерода, но предприятиям определенно понравятся углеродные субсидии. Если уровень выбросов углерода предприятиями выше среднего по отрасли, должен взиматься налог на выбросы углерода, а если уровень выбросов предприятий находится на уровне среднего показателя по отрасли, — налог не взимается. Если уровень выбросов предприятий ниже среднего по отрасли, они будут получать экономические субсидии. По сути, уровень выбросов углерода предприятием определяет, будет ли предприятие облагаться налогом или будет предоставляться субсидия на выбросы углерода для получения экономических выгод. Предприятия должны понимать, что налоги на выбросы углерода и субсидии на выбросы углерода — это один и тот же инструмент.

Налог на выбросы углерода должен начинаться с источника энергии и давать обществу надежду на то, что государство будет постепенно увеличивать ставку налога, чтобы направлять текущие инвестиции на энергоэффективное развитие. После введения налога на выбросы углерода цена на электроэнергию, произведенную с использованием ископаемой энергии, будет увеличена, поэтому инвесторы обнаружат, что те инвестиционные проекты, которые не являются прибыльными в данный момент, такие как ветроэнергетика, фотоэлектрические и гидроаккумулирующие установки, благодаря такой политике станут выгодными в скором будущем.

Подводя итог, можно сказать, что, с одной стороны, налог на выбросы углерода имеет то преимущество, что он прост в использовании и может помочь производителям ископаемой энергии оптимизировать свои издержки за счет трансфертных платежей, а также может помочь компаниям лучше продвигать концепцию ESG. Вместе с тем существует большое сопротивление со стороны традиционных отраслей и проблема расчета ставки налога на выбросы углерода.

---

<sup>7</sup> European Commission (2021). Carbon Border Adjustment Mechanism: Questions and Answers. URL: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda\\_21\\_3661](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_21_3661) (accessed: 23.12.2022).

## Обсуждение

### Модель параллельного использования налога на выбросы углерода и ETS

Налог на выбросы углерода, как правило, представляет собой налог, который взимается с компании, превышающей установленную квоту на выбросы, и используется для принуждения компаний, выбрасывающих выбросы углерода, к повышению эффективности их экологической политики. Рынок торговли углеродом отличается тем, что каждая компания может покупать или продавать углеродные кредиты на рынке, а цена на углеродные единицы на рынке определяется спросом и предложением.

В целом логику расчета налога на выбросы углерода можно представить так. Во-первых, стандарт налогообложения варьируется от «приемлемо низкого» до «очень высокого». Возьмем в качестве примера цены на углерод в EU ETS<sup>8</sup>: первоначальная ставка относительно низкая, а затем с каждым годом она повышается. Такая схема рассчитана на то, чтобы дать предприятиям время для перехода на более экологичные модели производства. Конечная цель состоит в том, чтобы подтолкнуть предприятия к трансформации путем внедрения инновационных технологий и сокращения выбросов. Вторая особенность заключается в том, что в разных отраслях и с разной интенсивностью выбросов углерода применяются разные нормы налога на выбросы углерода. Третьей особенностью является принцип нейтральности, который означает, что государство субсидирует, компенсирует или снижает другие виды налогов для плательщиков углеродного налога, чтобы уменьшить совокупное давление со стороны налогов на выбросы углерода.

С 1990-х гг. некоторые страны Северной Европы начали вводить налоги на избыточные выбросы углерода. К 2022 г. 27 стран ввели налоги на выбросы углерода по разным ставкам. Страны-лидеры в этом вопросе, такие как Великобритания, делят полученные от налога на изменение климата доходы на несколько частей, большая часть возвращается предприятиям в виде снижения налога на социальное обеспечение, а оставшаяся часть используется в качестве субсидий на инвестиции в энергосбережение и передается в специальный фонд. Средства из «Углеродного фонда» направляются предприятиям и государственному сектору для оказания помощи в сокращении выбросов углерода, повышении энергоэффективности, улучшении управления выбросами углерода и инвестирования в разработку низкоуглеродных технологий. Разумное использование доходов от налога на выбросы углерода в Великобритании не только позволило избежать чрезмерного увеличения налоговой нагрузки на бизнес, но и способствовало развитию альтернативных энергетических отраслей, таких как ветроэнергетика.

---

<sup>8</sup> European Central Bank (2021). EU emissions allowance prices in the context of the ECB's climate change action plan. URL: [https://www.ecb.europa.eu/pub/economic-bulletin/focus/2021/html/ecb.ebbox202106\\_05~ef8ce0bc70.en.html](https://www.ecb.europa.eu/pub/economic-bulletin/focus/2021/html/ecb.ebbox202106_05~ef8ce0bc70.en.html) (accessed: 19.12.2022).

Однако практика показала, что углеродный налог неизбежно будет иметь некоторые негативные последствия. Во-первых, это приведет к дополнительным расходам. В результате, по крайней мере в краткосрочной перспективе, налог на выбросы углерода может повлиять на международную конкурентоспособность этих компаний. Например, предприятия, которые не имеют собственной научной и технологической базы, должны приобретать соответствующие технологии и консультационные услуги для снижения своего углеродного следа, что увеличивает их общие расходы. Предприятиям, которые не успели трансформироваться, необходимо заплатить сумму углеродного налога. Обе описанные выше ситуации определенно увеличат расходы облагаемых налогом предприятий. Эти предприятия, несомненно, переложат стоимость этих двух видов расходов на цену своей продукции, которая не будет конкурентоспособна на международной арене по сравнению с продукцией не облагаемых налогом иностранных предприятий той же отрасли. Введение налога на выбросы углерода может также в некоторой степени увеличить финансовое бремя для домохозяйств с низкими доходами в стране.

Самая важная проблема заключается в том, что механизм налога, в отличие от рыночного механизма торговли выбросами углерода, не может дать достаточно сильную мотивацию для компаний-«загрязнителей». Налог на выбросы углерода не может побудить налогоплательщиков максимально минимизировать выбросы углерода и не стимулирует другие смежные отрасли присоединиться к тенденции «сокращения выбросов углерода». На углеродном рынке участники рынка, которые имеют более высокие возможности по сокращению выбросов углерода, могут продавать на рынке свои «квоты» в больших масштабах. Таким образом, торговля углеродом может еще больше ускорить развивающийся процесс технологии снижения углеродного следа и новых энергетических технологий, а также побудить компании из самых разных отраслей присоединиться к тенденции «сокращения выбросов углерода» и т.д.

Система налога на выбросы углерода эффективна только в ситуации, когда надо заставить компании снизить выбросы до приемлемого уровня. Поскольку возможности сокращения выбросов каждого конкретного предприятия различны, дополнительное стимулирование сокращения выбросов углерода в большинстве случаев не будет иметь экономическую ценность. В то же время система углеродного рынка стимулирует предприятия все больше сокращать выбросы, чтобы продавать свою квоту другим участникам рынка для получения экономических выгод. С этой точки зрения углеродный рынок является отличным стимулом для компаний при проведении экологической трансформации.

Налог на выбросы углерода не может побудить налогоплательщиков минимизировать выбросы углерода настолько, насколько они могут, и не побуждает другие смежные отрасли присоединяться к тенденции «сокращения выбросов углерода». На углеродном рынке некоторые участники рынка, которые имеют

более высокие возможности по сокращению выбросов углерода, например лесовосстановление, секвестрация углерода или компании с технологиями переработки углерода, могут продавать свои «уменьшенные выбросы углерода» в больших масштабах на рынке. Таким образом, торговля углеродом может еще больше ускорить развивающийся процесс технологии переработки углерода и новых энергетических технологий, а также побудить людей присоединиться к тенденции «сокращения выбросов углерода» и т. д.

Как было сказано выше, механизм углеродного налога не способствует координации усилий разных стран на международном уровне, но механизм углеродного рынка является идеальным инструментом для этого. Поскольку промышленная структура и экономический потенциал каждой страны различны, то и возможности по сокращению выбросов различны. Более того, удельные затраты на сокращение выбросов углерода также отличаются в разных странах. Механизм углеродного рынка позволяет странам-участницам торговать друг с другом для достижения общего, более масштабного, сокращения выбросов углерода с наименьшими затратами.

Важно понимать, что рассмотренные выше механизм углеродного рынка и система углеродных налогов не противоречат друг другу, а могут одновременно существовать и дополнять друг друга.

В Китае, например, национальный углеродный рынок уже работает с 2021 г., но в настоящее время этот рынок охватывает только энергетическую отрасль<sup>9</sup>, ожидается, что к 2030 г. он будет охватывать восемь основных отраслей в крупных городах и провинциях страны, на долю которых приходится 70 % от общих выбросов углерода в стране. В качестве дополнения в отраслях и регионах, которые не охвачены национальным углеродным рынком, может использоваться система налога на выбросы углерода.

В базе данных Оксфордского университета «Наш мир в данных» собраны данные о выбросах CO<sub>2</sub> от ископаемого топлива в разных странах на основе информации, предоставленной Глобальным углеродным проектом<sup>10</sup>. Взяв данные из этой базы данных, можно классифицировать механизмы сокращения выбросов углерода на четыре группы: «Рассматриваются или планируются», «Налог на выбросы углерода», «ETS» и «Налог на выбросы углерода и ETS». После исключения факторов глобального снижения производственных мощностей, вызванного эпидемией и текущим экономическим кризисом, обнаруживается, что группа стран, которые ввели и налог на выбросы углерода, и ETS (Франция, Канада, Испания и Мексика), добились лучших результатов по показателям «выбросы CO<sub>2</sub> на душу населения», «годовые выбросы CO<sub>2</sub>», «годовое изменение выбросов CO<sub>2</sub>» и т. д.<sup>11</sup> (рис. 3).

<sup>9</sup> The State Council of China (2021). China's national carbon market to start trading in July. URL: [http://english.www.gov.cn/statecouncil/ministries/202107/14/content\\_WS60ee7927c6d0df57f98dcd91.html](http://english.www.gov.cn/statecouncil/ministries/202107/14/content_WS60ee7927c6d0df57f98dcd91.html) (accessed: 14.09.2022).

<sup>10</sup> Our World in Data (updated to 2022) CO<sub>2</sub> emissions. URL: <https://ourworldindata.org/co2/country/china?country=ARG~ZAF~CHL> (accessed: 21.01.2023).

<sup>11</sup> Ibid.

Выбросы CO<sub>2</sub> на душу населения

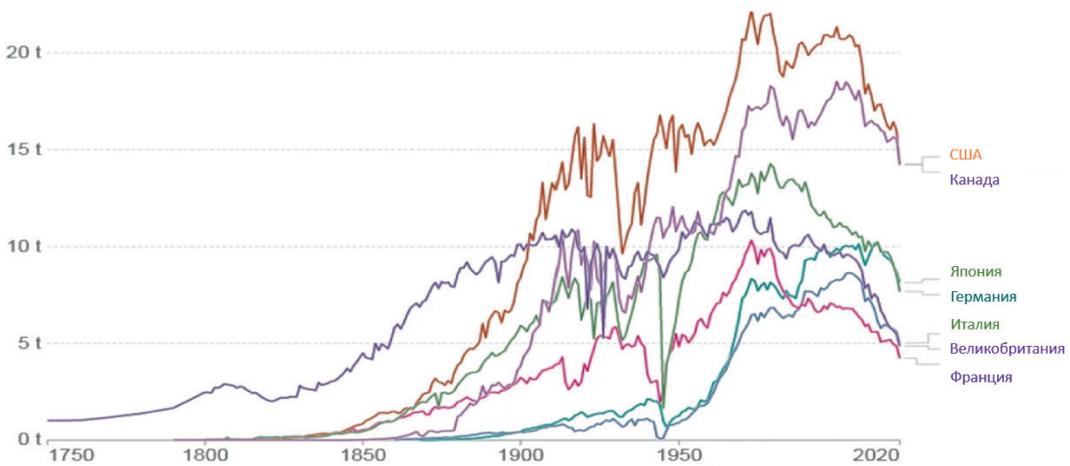


Рис. 3. Выбросы CO<sub>2</sub> на душу населения в выбранных развитых странах в 1750–2020 гг.

Источник: Our World in Data. CO<sub>2</sub> emission. URL: <https://ourworldindata.org/co2-emissions> (accessed: обращения: 01.09.2023).

Per capita CO<sub>2</sub> emissions

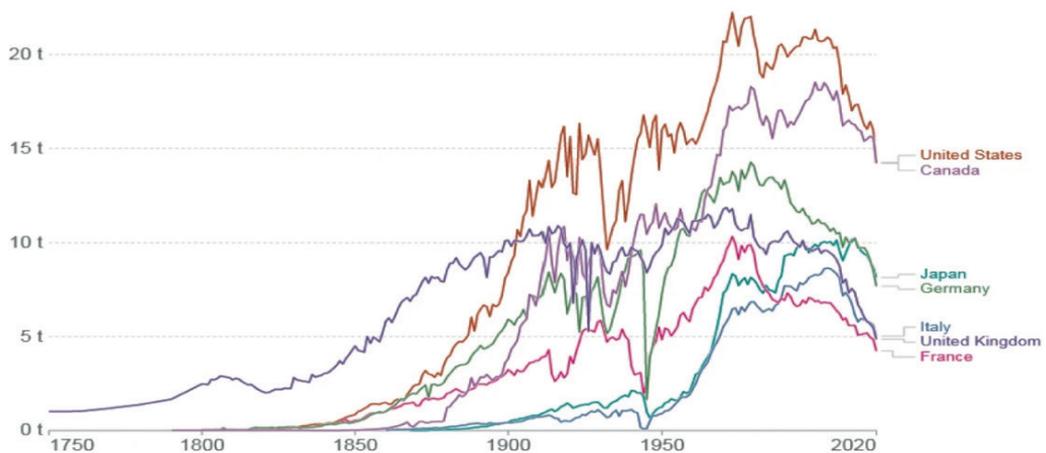


Figure 3. CO<sub>2</sub> emissions per capita in determined advanced countries, 1750–2020

Source: Our World in Data. CO<sub>2</sub> emission. Retrieved from <https://ourworldindata.org/co2-emissions> (дата обращения: 01.09.2023)

Страны, принявшие только «углеродный налог» или только «ETS», показали приемлемые «хорошие» показатели по этим показателям. Последняя группа «Рассматривается или планируется» практически не показала сокращения выбросов углерода. Эти визуальные данные в значительной степени подтверждают тезис о том, что двойная модель «налог на выбросы углерода + ETS» оказывает положительное влияние на сокращение выбросов углерода.

В качестве дополнительных доказательств эффективности двойной модели ETS + налог на выбросы углерода можно привести несколько примеров. Так, во Франции налог на выбросы углерода взимается с ископаемых источников энергии, таких как газ, нефть и уголь. Он существует параллельно с EU ETS, и источники выбросов парниковых газов, подпадающие под действие EU ETS, такие как промышленные предприятия и производители электроэнергии, не облагаются налогом на выбросы углерода. В России, в рамках упомянутого ранее Сахалинского эксперимента у предприятий, превышающих установленные квоты на выбросы, есть выбор: купить недостающие единицы у климатических проектов или заплатить штраф в бюджет.

Исландия, Дания, Швеция и другие страны Северной Европы также используют налог на выбросы углерода и торговлю выбросами углерода для регулирования различных источников выбросов в разных отраслях. В Швеции механизм налога на выбросы углерода был введен в 1991 г., но эффект не был очевиден из-за сильного сопротивления со стороны предприятий; однако, после того как Швеция присоединилась к EU ETS в 2005 г., ежегодные выбросы углерода на душу населения и общие ежегодные выбросы значительно сократились<sup>12</sup>.

### **Заключение**

Проанализировав основные принципы функционирования, а также основные преимущества и недостатки углеродного рынка и углеродного налога, можно уверенно утверждать, что необходимо проводить политику одновременного существования углеродного рынка и налога на выбросы углерода. В частности, углеродный рынок должен стать основным механизмом стимулирования большего числа участников из разных регионов и отраслей к максимально активному сокращению выбросов углерода, а политика углеродного налога может «наказывать» те предприятия, которые не соблюдают нормы выбросов, а также регулировать деятельность тех компаний, которые не вовлечены в систему углеродного рынка.

Эти два механизма дополняют и поддерживают друг друга, оказывая влияние на цену углеродных единиц, что в конечном итоге окажет самое сильное воздействие на все источники выбросов углерода. В результате политика контроля за общим выбросом углерода всего региона должна привести как минимум к двум значимым результатам. С одной стороны, она создает стимул к промышленной и технологической трансформации, что формирует базу для новых экономических выгод на конкретной территории и ли в конкретной отрасли, с другой — призвана в значительной степени сократить выбросы парниковых газов при минимальном использовании государственных ресурсов.

---

<sup>12</sup> The World Bank (2022). Carbon Pricing Dashboard: URL: [https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map\\_data](https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data) (accessed: 18.01.2023).

## Список литературы

- Аганов Д.А. Углеродный рынок и перспективы его развития в России // *Аграрное и земельное право*. 2023. № 1 (217). [https://doi.org/10.47643/1815-1329\\_2023\\_1\\_35](https://doi.org/10.47643/1815-1329_2023_1_35)
- Андропова И.В. Энергоаудит как фактор обеспечения энергетической безопасности страны // *ГИАБ*. 2012. № 5. С. 331–337.
- Лукашенко И.В., Сайфетдинова А.Ф. Углеродный рынок Китая глазами зарубежных экспертов // *Финансы: теория и практика*. 2013. № 6. С. 112–121.
- Мищенко Я.В. Глобальная экологическая повестка: развитие и аспекты устойчивого энерго-экологического развития для России, Японии, Юго-Восточной Азии // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика*. 2022. Т. 30, № 4. С. 499–511. <https://doi.org/10.22363/2313-2329-2022-30-4-499-511>
- Пилевина Е.В. Проблемы определения прибыли иностранных организаций в стране-источнике дохода // *Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии*. 2018. № 1 (часть 8). С. 962–964.
- Пискулова Н.А. Развитие мировой экономики: экологический вектор // *Мировая экономика и международные отношения*. 2010. № 12. С. 28–37.
- Пискулова Н.А. Углеродное регулирование: пограничный налог // *Международные экономические отношения: реалии, вызовы и перспективы: монография* / под ред. Л.С. Ревенко. М.: МГИМО-Университет, 2019. С. 371–382.
- Симонова М.Д., Козлов К.В. Статистический анализ производства электроэнергии в Китае // *Наука о данных: материалы международной научно-практической конференции*. Санкт-Петербург, 2020. С. 282–284.
- Старикова Е.А. Устойчивое развитие в меняющемся мире. Роль государства и бизнеса: монография. М., 2021. 318 с.
- Студеникин Н.В. О перспективах зеленой экономики в РФ в новых политико-экономических условиях // *Форсайт «Россия»: дизайн новой промышленной политики: сборник материалов Санкт-Петербургского международного экономического конгресса (СПЭК-2015)* / под общей редакцией С.Д. Бодрунова. М.: Культурная революция, 2015. С. 485–492.
- Чэнь Сюэцин. Развитие системы регулирования углеродных выбросов в ЕС // *Инновации и инвестиции*. 2023. № 1. С. 67–70.
- Шувалова О.В., Стоянова М. Достижения Дании и Германии в области перевода своих экономик с ископаемых на альтернативные источники энергии // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика*. 2020. Т. 28, № 2. С. 315–333. <https://doi.org/10.22363/2313-2329-2020-28-2-315-333>
- Andronova I.V., Sokolan D.S. China's Direct Investment in Alternative Energy Sources in the EU // *Industry 4.0: Exploring the Consequences of Climate Change* / ed. by E. Zavyalova, E. Popkova. Palgrave Macmillan Cham, 2021. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-75405-1\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-75405-1_10)
- Current Problems of the Global Environmental Economy Under the Conditions of Climate Change and the Perspectives of Sustainable Development / ed. by E.G. Popkova, B.S. Sergi. Springer Cham, 2023. 548 p.
- Elgouacet A., Halland H., Botta E., Singh G. The fiscal implications of the low-carbon transition. 2020.
- Industry 4.0. Fighting Climate Change in the Economy of the Future / ed. by Elena B. Zavyalova, Elena G. Popkova. Cham: Palgrave Macmillan, 2022. 473 p.
- Industry 4.0: Exploring the Consequences of Climate Change / ed. by E. Zavyalova, E. Popkova. Palgrave Macmillan Cham, 2021. 425 p.
- Komarovskaja N.V. Formation of a Green Economy in Moscow: Opportunities and Prospects // *Industry 4.0: Exploring the Consequences of Climate Change* / ed. by E. Zavyalova, E. Popkova. Palgrave Macmillan Cham, 2021. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-75405-1\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-75405-1_7)

- Olivier J.G., Schure K.M., Peters J.A. H.W. Trends in global CO<sub>2</sub> and total greenhouse gas emissions // PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. 2017. Vol. 5. P. 1–11.
- Ritchie H., Roser M., Rosado P. CO<sub>2</sub> and greenhouse gas emissions. 2020. Our World in Data portal. URL: <https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions> (accessed: 18.01.2023).
- Sandalow D. Guide to Chinese Climate Policy. Columbia Center on Global Energy Policy. 2019. New York.
- Simonova M., Zakharov V.E., Mamiy I. Prospects of renewable energy sources: the case study of the BRICS countries // *International Journal of Energy Economics and Policy*. 2019. Vol. 9. no. 5. P. 186–193. <https://doi.org/10.32479/ijEEP.7874>.
- Swartz J. China's National Emissions Trading System Implications for Carbon Markets and Trade // ICTSD Series on Climate Change Architecture. 2016. P. 20–23.

## References

- Agapov, D.O. (2023). Carbon Market and its Development in Russia. *Agricultural and Land Law*, (1), 35–38. (In Russ.). [https://doi.org/10.47643/1815-1329\\_2023\\_1\\_35](https://doi.org/10.47643/1815-1329_2023_1_35)
- Andronova, I.V. (2012). Energy audit for national energy security. *GIAB*, (5), 331–337. (In Russ.).
- Andronova, I.V., & Sokolan, D.S. (2021). China's Direct Investment in Alternative Energy Sources in the EU. In E. Zavyalova, E. Popkova (Ed.), *Industry 4.0: Exploring the Consequences of Climate Change*. Palgrave Macmillan Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-75405-1\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-75405-1_10)
- Cheng Xueqing. (2023). EU Carbon Emission Regulation. *Innovation and Investment in Russia*, (1), 67–70. (In Russ.).
- Elgouacem, A., Halland, H., Botta, E., & Singh, G. (2020). *The fiscal implications of the low-carbon transition*.
- Komarovskaia, N.V. (2021). Formation of a Green Economy in Moscow: Opportunities and Prospects In E. Zavyalova, E. Popkova. (Ed.), *Industry 4.0: Exploring the Consequences of Climate Change*. Palgrave Macmillan Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-75405-1\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-75405-1_7)
- Lukashenko, I.V, Sayaetdinova A.F. (2013). Chinese carbon market. *Finance: Theory and Practice*, 6, 212–221. (In Russ.).
- Mishchenko, Y.V. (2022). Global environmental agenda: Developments ahead, sustainable energy-ecological dimensions for Russia, Japan, and Southeast Asia. *RUDN Journal of Economics*, 30(4), 499–511. (In Russ.). <https://doi.org/10.22363/2313-2329-2022-30-4-499-511>
- Olivier, J.G., Schure, K.M., & Peters, J.A. H.W. (2017). Trends in global CO<sub>2</sub> and total greenhouse gas emissions. *PBL Netherlands Environmental Assessment Agency*, 5, 1–11.
- Pilevina, E.V. (2018). Problems of determining the income of foreign organizations in the source country of income. *Competitiveness in the Global World*, (1) (part 8), 962–964. (In Russ.).
- Piskulova, N.A. (2019). Carbon regulation: taxation. *International Economic Relations: Reality and Challenges*. (In Russ.).
- Piskulova, N.A. (2010). Development of the world economy: environmental vector. *World Economy and International Relations*, (12), 28–37. (In Russ.).
- Popkova, E.G., & Sergi B.S. (Ed.). (2023). *Current Problems of the Global Environmental Economy Under the Conditions of Climate Change and the Perspectives of Sustainable Development*. Springer Cham, 548 p.
- Ritchie, H., Roser, M., & Rosado, P. (2020). CO<sub>2</sub> and greenhouse gas emissions. Our World in Data portal. Retrieved January 18, 2023, from <https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions>
- Sandalow, D. (2019). Guide to Chinese Climate Policy. *Columbia Center on Global Energy Policy*, New York.

- Shuvalova, O.V., Stoyanova M. (2020). Successes of Denmark and Germany in the field of transfer of its economies from fossil to alternative energy sources. *RUDN Journal of Economics*, 2(28), 315–333. (In Russ.). <https://doi.org/10.22363/2313-2329-2020-28-2-315-333>
- Simonova, M.D., & Kozlov, K.V. (2020). Statistical analysis of the Chinese Energy Production. *Data Science*, 282–284. (In Russ.).
- Simonova, M. (2019). Prospects of renewable energy sources: the case study of the BRICS countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(5), 186–193.
- Starikova, E.A. (2021). *Sustainable Development in the Changing World*. Public and Private Participation. (In Russ.).
- Studenikin, N.V. (2015). *The Perspectives of the Green Economy in PEF-2015*, 485–492. (In Russ.).
- Swartz, J. (2016). China's national emissions trading system. *ICTSD Series on Climate Change Architecture*, 20–23.
- Zavyalova, E., Popkova E. (Ed.). (2021). *Industry 4.0: Exploring the Consequences of Climate Change*. Palgrave Macmillan: Cham, 425 p.
- Zavyalova, E.B., Popkova E.G. (Ed.). (2022). *Industry 4.0. Fighting Climate Change in the Economy of the Future*. Cham: Palgrave Macmillan, 473 p.

### Сведения об авторах / Bio notes

Завьялова Елена Борисовна, кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой экономической политики и государственно-частного партнерства, МГИМО МИД России. ORCID: 0000-0001-6531-7672. E-mail: e.zavyalova@inno.mgimo.ru

Elena B. Zavyalova, Head of the Economic Policy Department, MGIMO University. ORCID: 0000-0001-6531-7672. e.zavyalova@inno.mgimo.ru

Ли Цзячэнь, магистр менеджмента, МГИМО МИД России. ORCID: 0009-0003-4091-9767. E-mail: 17603041262@163.com

Jiacheng Li, MA in Management, MGIMO University. ORCID: 0009-0003-4091-9767. E-mail: 17603041262@163.com