

В.С. Брезгин, И.П. Глазырина

Углеродный баланс региона и климатическая политика

УДК 504.064, 338, 332.14

Аннотация. На основе анализа структуры эмиссии CO_2 , обусловленной спецификой социально-экономических и природных условий Забайкальского края, сделан вывод о том, что доминирующим фактором этой эмиссии в регионе являются лесные пожары. Следующий по значимости фактор, который тем не менее не отражается в российской государственной статистике, – выбросы от отопления частного сектора углем и дровами. Их доля в общем объеме на порядок превышает вклад промышленных предприятий и транспорта. Установлено, что за последние 10 лет ассимиляционный потенциал поглощения парниковых газов лесами региона сократился на 4,2%. Это означает, что при закреплении нынешнего тренда существует риск потери половины ассимиляционного потенциала на горизонте примерно 50 лет. Предложены рекомендации для корректировки региональной климатической политики. Авторы доказывают, что целесообразно разрабатывать унифицированные подходы и стратегии в этой сфере с едиными для всей страны показателями и целевыми индикаторами.

Ключевые слова: CO_2 ; двуокись углерода; эмиссия двуокиси углерода; поглощение парниковых газов; ассимиляционный потенциал; Забайкальский край; климатическая политика

Введение

Несмотря на беспрецедентные экономические шоки 2022–2023 гг., климатическая повестка не утратила ни своей глобальной значимости, ни своей актуальности для нашей страны [Ваганов и др., 2023; Константиныди и др., 2023]. Вызовы, связанные с изменением климата, требуют разработки и последовательного проведения особой экологической политики [Порфирьев и др., 2022]. Цель данной работы: продемонстрировать на примере одного из сибирских регионов необходимость учета высокой пространственной неоднородности природных условий и социально-экономических систем для выхода на низкоуглеродную траекторию развития. Связи между экономическим развитием и экологическими воздействиями неодинаковы в разных регионах страны; это проявляется, в частности, в гетерогенности эффекта декарбонизации, который может служить количественной характеристикой этих связей [Зеленая экономика., 2019; Забелина, Делюга, 2019; Zabelina, 2019].

Рабочая гипотеза для наших исследований была высказана еще в 2005 г. [Экологические индикаторы..., 2005] и состоит в том, что общие для всей страны подходы и процедуры регулирования могут в некоторых регионах быть неэффективны в контексте снижения углеродного следа и улучшения качества атмосферного воздуха. Это необходимо учитывать при разработке для регионов РФ эколого-экономической политики в целом и климатической политики, в частности.

В данной работе мы рассмотрели структуру эмиссии CO_2 от различных источников и сопоставили с ассимиляционным потенциалом лесов для Забайкальского края. «Региональный разрез» исследования позволяет использовать как данные статистики, так и ведомственную информацию.

В контексте углеродной эмиссии важны следующие особенности Забайкалья:

- значительная доля лесопокрытой площади (лесистость территории составляет 68,4% – второе место по этому показателю в ДФО)¹ состоит из преимущественно хвойных лесов с низким травостоем, которые отличает высокий потенциал «горимости»;
- природно-климатические условия включают длительные засушливые и ветреные периоды, что определяет большие длительность пожароопасных сезонов и масштабы лесных пожаров;
- структура региональной экономики имеет сырьевую ориентацию с незначительной долей крупных энергоемких промышленных объектов;
- регион отличают высокая доля неблагоустроенного жилищного фонда, где для отопления используются дрова и уголь (45,9% от общей площади данного фонда по данным на 2021 г.), а также суровые температурные условия, предопределяющие большую длительность отопительного сезона;
- системы газификации для отопления малоэтажного жилья в регионе отсутствуют.

В процессе исследования были рассмотрены следующие источники эмиссии оксида углерода, которые мы относим к ключевым:

- лесные пожары (расчетный показатель общей пожарной эмиссии – ОПЭ);

¹ Росстат.

- антропогенные источники (автомобильный и железнодорожный транспорт и стационарные объекты) (официальные статистические данные);
- частный сектор, использующий печное отопление (расчетные показатели).

Выбросы диоксида углерода от лесных пожаров

Расчеты выбросов CO₂ от лесных пожаров выполнены в соответствии с Методикой расчета пожарной и послепожарной эмиссии углерода в результате деструкции лесных горючих материалов [Исаев, Коровин и др., 1995]. Корректировка методики в сторону усреднения данных была произведена в отношении периода лесовосстановления – 30 лет (при минимальном значении 20 лет и максимальном – 40 лет) вследствие большой территории, пройденной пожарами, и охвата как северных, так и южных районов Забайкальского края; а также периода деструкции послепожарного отпада – 70 лет (при минимальном значении – 40 лет и максимальном – 100 лет).

Результаты расчетов (табл. 1) показывают, что послепожарная эмиссия вносит значимый вклад в общий показатель, и ее необходимо учитывать.

Таблица 1. Эмиссия диоксида углерода в результате лесных пожаров в Забайкальском крае в 2008–2021 гг., тыс. т

Год	ПЭ	ППЭ	ОПЭ
2008	3656,2	2262,4	5918,6
2009	3685,4	2263,9	5949,3
2010	1061,5	652,1	1713,6
2011	1702,9	1050,7	2753,6
2012	5020,6	2987,2	8007,8
2013	917,6	575,9	1493,5
2014	8526,5	5253,7	13780,2
2015	15605,5	9661,6	25267,1
2016	3342,6	2053,3	5396,0
2017	2568,5	1577,8	4146,3
2018	4604,5	2828,5	7432,9
2019	10501,9	6451,2	16953,1
2020	6074,7	3796,1	9870,8
2021	188,1	115,5	303,6

Примечание. ПЭ – пожарная эмиссия, ППЭ – послепожарная эмиссия, ОПЭ – общая пожарная эмиссия (ОПЭ = ПЭ + ППЭ).

Источник. Расчеты авторов.

По данным таблицы хорошо видно, что различия в углеродной эмиссии по годам могут быть очень значительными и достигать двух порядков. Главным фактором являются погодные условия конкретного года и фазы климатических циклов Даурского экорегиона [Брезгин и др., 2023]

Оценка углеродной эмиссии в результате экономической деятельности

Статистические данные и результаты расчетов по выбросам углерода основными антропогенными источниками показывают, что среди них и в России, и в Забайкальском крае главными загрязнителями воздуха выступают стационарные источники и автотранспорт; вклад железнодорожного транспорта составляет лишь доли процента (табл. 2).

Таблица 2. Выбросы диоксида углерода (CO₂) от стационарных и передвижных источников в РФ и в Забайкальском крае в 2012–2021 гг., тыс. т

Выбросы диоксида углерода	2012	2014	2016	2018	2020	2021
От автомобильного транспорта:						
РФ	15855,38	16583,65	17172,07	18384,43	5717,39	5497,97
Забайкальский край	139,37	135,13	139,37	151,78	24,22	24,81
От стационарных источников:						
РФ	9430,18	7759,34	7710,16	7649,35	7568,43	8321,99
Забайкальский край	43,37	44,31	43,68	30,80	50,75	50,12
От железнодорожного транспорта:						
РФ	40,38	38,50	40,54	42,36	39,12	40,22
Забайкальский край	1,10	0,79	0,94	0,94	1,92	1,49
Всего по РФ						
	25325,94	24381,48	24922,76	26076,14	13324,94	13860,19
Всего по Забайкальскому краю						
	183,83	180,22	183,99	183,52	76,89	76,42

Источник. Росстат.

При этом динамика выбросов от различных источников в России и в Забайкальском крае неодинакова. Рост на 17% выбросов от стационарных источников в Забайкалье с 2012 по 2020 г. происходил на фоне их снижения по стране. Это говорит о том, что процессы модернизации промышленности и ЖКХ в регионе идут менее успешно, чем в РФ в целом.

Население Забайкальского края в рассматриваемый период составляло около 0,7% от населения России. Но если в 2012 г. выбросы от стационарных источников в регионе не превышали 0,5%, то к 2020 г. достигли 0,67% от аналогичного показателя по стране.

Доля вклада углеродной эмиссии Забайкальского края от автомобильного транспорта, которая оценивалась в 0,8–0,9% от общероссийской в период 2012–2018 гг., в 2020 г. составила всего 0,39%, что связано с падением объемов перевозок и использования личного транспорта в первый год пандемии COVID-19. В целом в России эти выбросы сократились на 69%, в Забайкальском крае – на 84%. Это объясняется кардинальным снижением объемов перевозок в КНР в условиях почти полного прекращения трансграничных экономических взаимоотношений. Одновременно это дает основания полагать, что доля выбросов от автомобильного транспорта, используемого для грузовых перевозок по сравнению с личным транспортом, в Забайкальском крае выше, чем в среднем в России.

В то же время сокращение выбросов от железнодорожного транспорта в РФ в первый год пандемии было незначительным, так как объемы перевозок существенно не сокращались. В Забайкальском крае они, напротив, выросли вдвое, в основном за счет увеличения транспортировки грузов по Байкало-Амурской магистрали в связи с освоением Удоканского месторождения меди, и по железнодорожной ветке от ст. Борзя в связи с перевозкой продукции нового Быстринского ГОКа. Однако вклад выбросов углерода от железнодорожного транспорта как в России, так и в Забайкальском крае, в общую углеродную эмиссию невелик. Всего же выбросы антропогенного характера в крае в период 2012–2021 гг. составляли 0,73–0,55% от общей углеродной эмиссии в РФ.

Эмиссия углерода от печного отопления в частном секторе

Этот вид негативного воздействия не отражается в официальной статистике и потому традиционно недооценивается. В данном разделе мы сделали попытку рассчитать его вклад в углеродную эмиссию региона. Были подготовлены и обработаны первичные данные по нецентрализованному отоплению жилищного фонда в Забайкальском крае. В качестве топлива для печного отопления были рассмотрены два вида: 1) дрова без уточнения породного состава; 2) уголь. В качестве базовых коэффициентов для расчета максимально возможных объемов потребления дров и угля были использованы средние коэффициенты по удельному расходу дров и угля на отопление 1 м² жилой площади по Республике Бурятия – региону, схожему по природно-климатическим условиям, сложившейся практике отопления и уровню жизни населения [Антонов и др., 2023].

На основе имеющихся данных были произведены расчеты возможного объема потребления двух видов топлива – дров и угля – за период с 2001 по 2021 гг. (табл. 3, 4). Определить объемы использования каждого из них по отдельности невозможно, так как их соотношение постоянно меняется в зависимости от поставок и колебания цен, поэтому были рассчитаны максимальные объемы для двух вариантов: когда используются только дрова или только уголь. Это позволило произвести интервальные оценки для объемов выбросов.

На основании данных таблиц 3 и 4 можно сделать вывод о том, что снижение удельного веса общей площади жилищного фонда, оборудованного печным отоплением, связано не с его благоустройством (заменой печного отопления на централизованное), а в первую очередь – с увеличением доли благоустроенного фонда за счет новостроек в краевом центре и поселках городского типа. Так, удельный вес площади, оборудованной печным отоплением, снизился за период с 2001 по 2021 гг. на 6,2%, но по абсолютному значению общая площадь жилищного фонда, оборудованного печным отоплением, снизилась всего на 142,6 тыс. м², что составляет 1,3% от площади жилья, оборудованного печным отоплением в 2001 г.

Таблица 3. Максимальное потребление дров и угля для отопления жилищного фонда, не оборудованного централизованным отоплением (2001–2011 гг.)

Показатель	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Весь жилищный фонд, тыс. м ²	20652	20777	20778	20824	20912	21169	21239	21391	21475	21540	21660
Удельный вес общей площади, оборудованной печным отоплением	52,1	51,9	51,6	51,6	51,4	51,9	51,8	51,3	51	50,2	49,4
Общая площадь жилищного фонда, оборудованная печным отоплением, тыс. м ²	10759,7	10783,3	10721,5	10745,2	10748,8	10986,7	11001,8	10973,6	10952,3	10813,1	10700,0
Максимальное потребление дров, тыс. м ³ /год	2689,9	2695,8	2680,4	2686,3	2687,2	2746,7	2750,5	2743,4	2738,1	2703,3	2675,0
Максимальное потребление угля, тыс. т/год	860,8	862,7	857,8	859,7	859,9	878,9	880,1	877,9	876,2	865,1	856,0

Источник табл. 3, 4. Росстат, расчеты авторов.

Таблица 4. Максимальное потребление дров и угля для отопления жилищного фонда, не оборудованного централизованным отоплением (2012–2021 гг.)

Показатель	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Абсолютное изменение за период 2001–2021
Весь жилищный фонд, тыс. м ²	21856	21796	21841	22076	22357	22540	22684	22791	22961	23131	2479
Удельный вес общей площади, оборудованной печным отоплением	48,6	47,6	46,8	47	47,2	46,8	46,6	46,2	46,3	45,9	-6,2
Общая площадь жилищного фонда, оборудованная печным отоплением, тыс. м ²	10622,0	10374,9	10221,6	10375,7	10552,5	10548,7	10570,7	10529,4	10630,9	10617,1	-142,6
Максимальное потребление дров, тыс. м ³ /год	2655,5	2593,7	2555,4	2593,9	2638,1	2637,2	2642,7	2632,4	2657,7	2654,3	-35,6
Максимальное потребление угля, тыс. т/год	849,8	830,0	817,7	830,1	844,2	843,9	845,7	842,4	850,5	849,4	-11,4

Таблица 5. Расчетный объем выбросов диоксида углерода (CO₂) от печного отопления частного сектора в 2012–2021 гг.

Показатель	2012	2014	2016	2018	2020	2021
Максимальное потребление дров, тыс. м ³ /год	2655,5	2555,4	2638,1	2642,7	2657,7	2654,3
Максимальное потребление угля, тыс. т/год	849,8	817,7	844,2	845,7	850,5	849,4
CO ₂ от сжигания дров, тыс. т/год*	1030,88	992,02	1024,13	1025,90	1031,74	1030,40
CO ₂ от сжигания бурого угля, тыс. т/год	852,56	820,42	846,98	848,45	853,28	852,17
CO ₂ от сжигания каменного угля, тыс. т/год	625,67	602,08	621,58	622,65	626,20	625,38

Примечание. *При расчете кубометры дров были переведены в килограммы по коэффициенту 0,5.

Источник. Росстат, расчеты авторов в соответствии с Методикой определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании топлива в котлах производительностью менее 20 Гкал/ч. М.: Госкомэкология РФ, 1999.

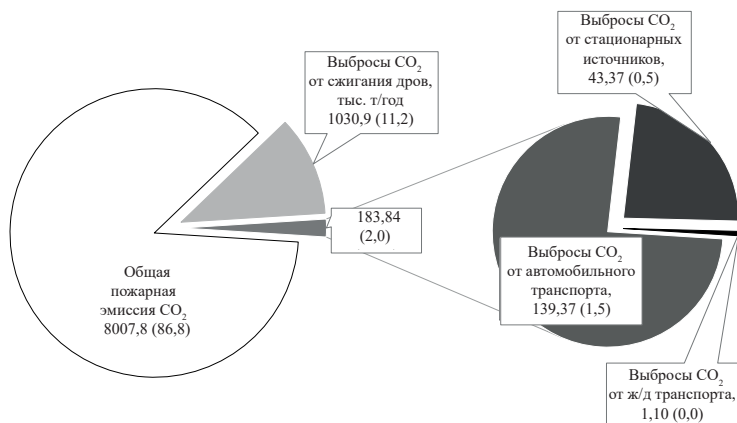
Как показывают данные таблицы, при использовании бурого угля выбросы диоксида углерода ниже, чем при отоплении дровами, и еще ниже – при сжигании каменного угля. Однако цена каменного угля существенно выше, чем бурого, поэтому его использование для отопления в регионе незначительно. Но даже если бы топили только им, выбросы двуокиси углерода от печного отопления были бы в несколько раз выше, чем от всех стационарных и передвижных источников (табл. 2 и 5).

При анализе статистических данных была выявлена особенность учета отопления в частном секторе, которая заключается в том, что какая-то доля отопительных котлов учитывается в одном ряду с центральным отоплением, а выделяется только печное отопление. Тем самым можно предположить, что полученные результаты в некоторой степени занижены, и объем углеродной эмиссии от отопления неблагоустроенного жилья фактически выше расчетного.

Структура выбросов диоксида углерода в Забайкальском крае

Структура выбросов CO₂ в крае существенно различается по годам. Определяющий фактор – масштаб лесных пожаров конкретного года. На рисунках 1 и 2 представлена структура

выбросов для 2012 и 2021 гг., – годы соответственно катастрофических лесных пожаров и их наименьшего масштаба за рассматриваемый период. В 2021 г. к тому же существенно сократились автомобильные перевозки из-за пандемийных ограничений.



Источник. Составлено авторами.

Рис. 1. Структура выбросов диоксида углерода в Забайкальском крае в 2012 г., тыс. т (% от общего объема выбросов в регионе)

Поскольку не представляется возможным выделить долю дров и угля, используемых населением при печном отоплении, для примера мы взяли при расчете выбросов диоксида углерода из этого источника исключительно дровяное топливо, как наиболее доступное по цене.

Как видно из диаграммы на рисунке 1, 2012 г. характеризуется значительным уровнем пожаров и, соответственно, величиной общей пожарной эмиссии. На втором месте по объему находятся выбросы от сжигания дров. На все антропогенные выбросы в тот год пришлось лишь 2%.

В 2021 г. при благоприятных погодно-климатических условиях весны с обильными снегопадами выбросы от лесных пожаров были минимальными (рис. 2), но и тогда они почти в четыре раза превышали долю экономической деятельности.

На первое место по объему выбросов вышло отопление частного жилищного сектора.

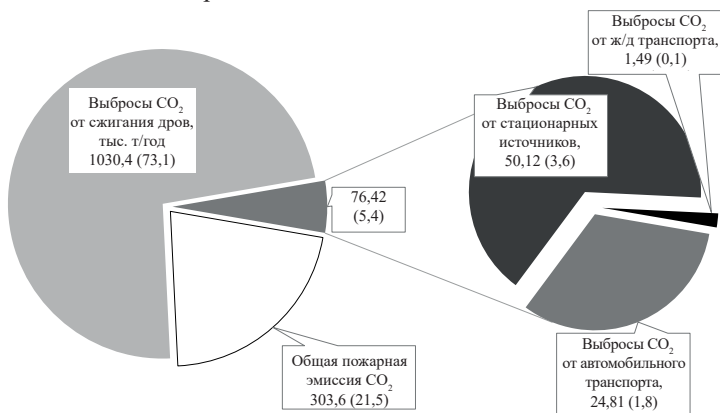


Рис. 2. Структура выбросов диоксида углерода в 2021 г. в Забайкальском крае, тыс. т (% от общего объема выбросов в регионе)

Объемы эмиссии CO₂ от сжигания бурого и каменного угля меньше, чем при сжигании дров на 17 и 39% соответственно, поэтому при замене в расчетах части дров на уголь качественно структура выбросов не изменится. В любом случае выбросы от сжигания дров и/или угля частным сектором – очень значимый фактор, который недооценивается и в научном дискурсе, и при обсуждении климатической политики.

Углеродный баланс и ассимиляционный потенциал региона

Для расчета итогового углеродного баланса требуется знать объем поглощения углерода древостоем. В настоящее время мы не учитываем все виды и элементы природных экосистем Забайкальского края, участвующие в формировании углеродного баланса из-за отсутствия надежных данных. Однако, имея в виду преобладание в регионе лесов по сравнению с другими природными системами, можно утверждать, что они играют безусловно доминирующую роль.

Величина поглощения углерода древостоем была рассчитана для двух лет – 2016 и 2021 гг. Выбор был определен наличием данных, необходимых для расчетов. Полученный показатель характеризуется крайне слабой динамикой вследствие больших размеров лесопокрытых площадей и относительно низкого объема (в процентном отношении) рубок. Сейчас в наши задачи не входит рассмотрение качества последних, законности и обоснованности выбора места рубок, их воздействие на локальные экосистемы.

С учетом слабой динамики расчетного показателя поглощения для 2012 и 2014 гг. было выбрано то же значение поглощения, что и для 2016 г., а для 2018 г. и 2020 г. – то же, что и для 2021 г.

Итоговая таблица, отражающая ассимиляционный потенциал и углеродный баланс (сальдо), сформирована с учетом трех вариантов печного отопления – максимально возможного потребления дров (используется только дровяное топливо), и аналогично – бурого и каменного угля. Кроме того, в таблице использованы минимальные объемы поглощения из интервальных оценок (пессимистичный вариант).

Таблица 6. Расчет углеродного баланса и ассимиляционного потенциала по поглощению диоксида углерода (2012–2021 гг.), тыс. т

Показатель	2012	2014	2016	2018	2020	2021
Выбросы диоксида углерода						
от автомобильного транспорта	139,37	135,13	139,37	151,78	24,22	24,81
от стационарных источников	43,37	44,31	43,68	30,80	50,75	50,12
от ж/д транспорта	1,10	0,79	0,94	0,94	1,92	1,49
ОПЭ диоксида углерода	8007,8	13780,2	5396,0	7432,9	9870,8	303,6
Максимальные выбросы диоксида углерода						
от дровяного отопления в год	1030,9	992,0	1024,1	1025,9	1031,7	1030,4
от отопления бурым углем	852,6	820,4	847,0	848,4	853,3	852,2
от отопления каменным углем	625,7	602,1	621,6	622,7	626,2	625,4
Итого максимальные выбросы диоксида углерода от всех источников						
при дровяном отоплении	9222,5	14952,5	6604,1	8642,4	10979,4	1410,5
при отоплении бурым углем	9044,2	14780,9	6426,9	8464,9	10801,0	1232,2
при отоплении каменным углем	8817,3	14562,6	6201,5	8239,1	10573,9	1005,4

Показатель	2012	2014	2016	2018	2020	2021
Ассимиляционный потенциал: поглощение CO ₂ тыс. т	76205,2	76205,2	76205,2	72961,8	72961,8	72961,8
Углеродный баланс (сальдо) (дровяное отопление)	66982,7	61252,8	69601,2	64319,4	61982,4	71551,3
Углеродный баланс (сальдо) (бурый уголь)	67161,0	61424,3	69778,3	64496,9	62160,8	71729,6
Углеродный баланс (сальдо) (каменный уголь)	67387,9	61642,7	70003,7	64722,7	62387,9	71956,4

Согласно нашим расчетам, при любом объеме выбросов от частного сектора и пожарной эмиссии, объем поглощения CO₂ в регионе значительно превосходит объем выбросов. Однако нельзя не заметить, что ассимиляционный потенциал лесов региона за 10 лет снизился. Углеродный баланс сокращался вплоть до 2020 г., и его улучшение в 2021 г. обусловлено лишь исключительно благоприятными погодными условиями этого года, которые предотвратили лесные пожары на «обычном» уровне.

Заключение и рекомендации для региональной климатической политики

Итак, наши расчеты показали, что выбросы от отопления (углем или дровами) частного сектора в Забайкальском крае вносят гораздо более значительный вклад в совокупный объем углеродной эмиссии, чем все виды экономической деятельности. По оценке, они составляют от 625 до 1030 тыс. т (в зависимости от вида топлива) в год в течение последних 10 лет, на порядок превышая вклад от всех промышленных выбросов и транспорта. С большой долей уверенности можно ожидать аналогичной структуры выбросов и в других сибирских и дальневосточных регионах с высокой долей неблагоустроенного жилья [Глазырина, Гурова, 2020].

При этом основной вклад в эмиссию CO₂ в регионе вносят лесные пожары. Как правило, их доля превышает 60% и зависит главным образом от погодных условий конкретного года. За период 2012–2021 гг. лишь в 2021 г., когда вследствие обильных весенних снегопадов не было масштабных лесных пожаров, общая пожарная эмиссия была меньше, чем эмиссия CO₂ от отопления частного сектора.

Вклад всех видов экономической деятельности в течение 10 лет колебался в пределах 2–6%.

Негативные последствия пожаров в контексте климатической повестки проявляются также в сокращении ассимиляционного потенциала. В настоящее время последний существенно превышает годовые объемы выбросов. В 2021 г. он составил около 73 млн т CO₂, что примерно в 52 раза больше всей антропогенной эмиссии двуокиси углерода за этот год по Забайкальскому краю. В другие годы, при масштабных лесных пожарах, это соотношение все равно не снижалось более шести раз. Но наши расчеты показали, что за последние 10 лет ассимиляционный потенциал региона сократился на 4,2%. Это означает, что при закреплении нынешнего тренда существует риск снижения его почти вдвое на горизонте примерно 50 лет.

После начала реализации национального проекта «Экология» в регионах РФ были разработаны планы снижения антропогенного воздействия на природные среды. Они легли в основу и региональной экологической политики до 2024 г., в том числе в контексте перехода к низкоуглеродному развитию. В Забайкальском крае значительная часть соответствующих целевых государственных субсидий была направлена на сокращение выбросов в атмосферу местной генерирующей компании (коммерческой) и прокладки дополнительной троллейбусной линии в краевом центре для снижения автомобильных выбросов. Наши расчеты показывают нецелесообразность выбора этих мер в контексте климатической повестки. Ни то, ни другое не может внести существенный вклад в сокращение «углеродного следа» региональной социально-экономической системы.

Первоочередной задачей должны стать меры по предотвращению и оперативному тушению лесных пожаров, а также по сокращению использования дров и угля в отоплении малоэтажного жилья. Суровые климатические условия и современный уровень развития технологий в России вряд ли позволят в ближайшие годы использовать для этих целей исключительно возобновляемые источники энергии. Поэтому наиболее целесообразной представляется «переходная» стратегия развития теплогенерации на основе природного газа по аналогии с некоторыми странами Европейского союза.

Важным позитивным последствием перехода на газ станет не только сокращение эмиссии парниковых газов, но и существенное улучшение качества воздуха в населенных пунктах. Во многих городах и поселках Сибири именно выбросы твердых частиц и окислов серы от индивидуального отопления углем и дровами являются основной причиной неудовлетворительного качества воздуха [Пыжева и др., 2019]. Многолетние настойчивые рекомендации научного сообщества по этому поводу были услышаны лишь недавно, и в 2023 г. сделаны первые реальные шаги в направлении газификации Забайкальского края.

Помимо сокращения выбросов от печного отопления, основные усилия по снижению выбросов парниковых газов в регионе целесообразно сосредоточить на предотвращении и повышении эффективности тушения лесных пожаров. Полученные выводы сделаны на основе анализа структуры эмиссии двуоксида углерода, обусловленной спецификой социально-экономических и природных условий Забайкальского края. Эти условия в значительной степени характерны и для некоторых других регионов Восточной Сибири. Однако не исключено, что в некоторых регионах России первоочередным направлением для перехода к низкоуглеродному развитию должны стать меры по снижению промышленных выбросов. В любом случае, по нашему мнению, нецелесообразно разрабатывать унифицированные подходы и стратегии с общими показателями и целевыми индикаторами для всей страны.

Выбросы от ЖКХ, промышленности и транспорта, помимо CO_2 , содержат опасные для здоровья людей компоненты: бензапирен, твердые частицы, озон, окислы серы и азота и др. И на наш взгляд, инструменты государственного регулирования должны быть нацелены в первую очередь на технологическую модернизацию источников для снижения эмиссии именно этих субстанций. Но это другая задача, решение которой возможно прежде всего на пути более эффективной реализации принципа «загрязнитель платит».

Кроме того, есть и другие факторы, связанные с антропогенным воздействием от хозяйственной деятельности, которые негативно влияют на ассимиляционный потенциал природных экосистем. В недавних исследованиях показано [Zhaozhong Feng et al., 2021], что в Азии вблизи поверхности суши растет концентрация озона, в то время как в Европе и Северной Америке она снижается или остается на прежнем уровне.

Озон является распространенным промышленным загрязнителем воздуха, негативно влияющим на растительность, и его повышенные концентрации представляют серьезную угрозу для ассимиляционного потенциала и других экосистемных услуг [Farley, 2012]. Климатические изменения усиливают это воздействие [Saurabh et al., 2022], и таким образом запускается механизм «отрицательной обратной связи».

Все эти факторы и их значимость для регионов востока России предстоит оценить в последующих исследованиях. Однако в любом случае есть основания для вывода о том, что климатическая политика должна быть направлена на стимулирование экологической модернизации экономики, нацеленной не только на сокращение эмиссии парниковых газов, но и на снижение выбросов других опасных загрязнителей.

Литература

Антонов Е.В., Беляев Ю.Р., Битюкова В.Р. [и др.]. Интегральная оценка антропогенного воздействия на Байкальской природной территории: методические подходы и типология муниципальных районов // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2023. Т. 87. № 3. С. 430–447. DOI: 10.31857/S2587556623030032. EDN QQTYOU.

Брезгин В.С., Алексеев А.М., Носкова Е.В., Вахнина И.Л. Экономика приграничной Даурии и новые риски в условиях климатических изменений // ЭКО. 2023. № 3(585). С. 93–109. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2023-3-93-109. EDN LTWUYO.

Ваганов Е.А., Пыжжев А.И., Курбатова М.В. [и др.]. Перспективы реализации лесоклиматических проектов: потенциал регионов Енисейской Сибири: флагманский аналитический доклад / Е.А. Ваганов, А.И. Пыжжев, М.В. Курбатова [и др.]; науч. ред. Е.А. Ваганов, А.И. Пыжжев, М.В. Курбатова; Сиб. фед. ун-т. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2023. 160 с.

Глазырина И.П., Гурова О.Н. «Жилищный вопрос» для геостратегических территорий на востоке России // ЭКО. 2020. № 8. С. 125–140. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2020-8-125-140

Забелина И.А., Делюга А.В. Эколого-экономические тенденции в Байкальском регионе и на Дальнем Востоке в условиях институциональных изменений / ЭКО. 2019. № 5 (539). С. 66–88. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2019-5-66-88

Зеленая экономика и цели устойчивого развития для России / Под ред. С.Н. Бобылева, П.А. Кирушина, О.В. Кудрявцевой. М.: Экономический факультет МГУ имени М. Ломоносова, 2019. 284 с.

Исаев А.С., Коровин Г.Н., Сухих В.И., Титов С.П., Уткин А.И., Голуб А.А., Замолотчиков Д.Г., Пряжников А.А. Экологические проблемы поглощения углекислого газа посредством лесовосстановления и лесоразведения в России. М.: Центр экологической политики России, 1995.

Константиноиди Х.А., Яковлева Е.Ю., Бобылев С.Н., Соловьева С.В. Оценка устойчивости развития и перспектив ESG-трансформации субъектов Российской Федерации // Экономика устойчивого развития. 2023. № 1(53). С. 176–180. DOI: 10.37124/20799136_2023_1_53_176. EDN YZOGAQ

Порфирьев Б.Н., Данилов-Данильян В.И., Катцов В.М. [и др.]. Изменение климата и экономика России: тенденции, сценарии, прогнозы / Под ред. акад. РАН Б.Н. Порфирьева и чл.-корр. РАН В.И. Данилова-Данильяна. Российская академия наук, Институт народнохозяйственного прогнозирования. М.: ООО «Научный консультант», 2022. 514 с. ISBN 978–5–907477–31–5. EDN HZAYQY

Пыжева Ю.И., Пыжев А.И., Зандер Е.В. Перспективы решения проблемы загрязнения атмосферного воздуха регионов России // Экономический анализ: теория и практика. 2019. Т. 18. № 3 (486). С. 496–513. DOI: 10.24891/ea.18.3.496

Экологические индикаторы качества роста региональной экономики / Под ред. И.П. Глазыриной, И.М. Потравного. М.: НИА-Природа, РЭФИА, 2005. 306 с.

Farley J. Ecosystem services: The economic debate. 2012. Ecosystem services, 1: 40–49.

Saurabh S. et al. Air pollution and climate change impact on forest ecosystems in Asian region – a review// Ecosystem health and sustainability/- 2022, Vol. 8. No. 1. <https://doi.org/10.1080/20964129.2022.2090448>

Zabelina I.A. Decoupling in environmental and economic development of regions-participants of cross-border cooperation / I.A. Zabelina // Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast. 2019. Vol. 12, No. 1. Pp. 241–255. DOI: 10.15838/esc.2019.1.61.15

Zhaozhong Feng et al. Emerging challenges of ozone impacts on asian plants: actions are needed to protect ecosystem health // Ecosystem health and sustainability. 2021. Vol. 7. No. 1. 1911602 DOI: 10.1080/20964129.2021.1911602

Статья поступила 02.09.2023

Статья принята к публикации 08.09.2023

Для цитирования: Брезгин В.С., Глазырина И.П. Углеродный баланс региона и климатическая политика // ЭКО. 2023. № 11. С. 25–42. DOI: 10.30680/ESCO0131-7652-2023-11-25-42

Информация об авторах

Брезгин Вячеслав Сергеевич (Чита) – кандидат экономических наук. Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН.

E-mail: monmanage@bk.ru; ORCID: 0000–0001–9008–4540

Глазырина Ирина Петровна (Чита) – доктор экономических наук. Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН.

E-mail: iglazyrina@bk.ru; ORCID: 0000–0001–6774–9284

Summary

V.S. Brezgin, I.P. Glazyrina

Regional Carbon Balance and Climate Policy

Abstract. According to the analysis of the structure of carbon dioxide emissions caused by the specific socio-economic and natural conditions of the Zabaikalsky Krai, it was concluded that forest fires are the dominant factor of these emissions in the region. The next most important factor, which, nevertheless, is not reflected in the Russian state statistics, is emissions from heating of the private sector with coal and firewood. Their share in the total volume exceeds the contribution of industrial enterprises and transportation by an order of magnitude. It has been established that over the last 10 years the assimilative potential of greenhouse gas absorption by forests in the region has decreased by 4.2%. This means that if the current trend is consolidated, there is a risk of losing half of the assimilative potential over a horizon of about 50 years. Recommendations for adjusting regional climate policy are proposed. The authors prove that it is not advisable to develop unified approaches and strategies in this sphere with common indicators and target indicators for the whole country.

Keywords: *CO₂; carbon dioxide; carbon dioxide emissions; greenhouse gas absorption; assimilation potential; Zabaykalsky Krai; climate policy*

References

Antonov, E.V., Belyaev, Yu.R., Bityukova, V.R. [et al.]. (2023). Integrated assessment of anthropogenic impact on the Baikal natural territory: methodological approaches and typology of municipal districts. *Izvestiya Rossiyskoy Akademii Nauk. Seriya geograficheskaya*. Vol. 87. No. 3. Pp. 430–447. (In Russ.). DOI 10.31857/S2587556623030032. EDN QQTYOU

Brezgin, V.S., Alexeev, A.M., Noskova, E.V., Vakhnina, I.L. (2023). Economy of the transboundary Dauria and new risks under climate change conditions. *ECO*. No. 3(585). Pp. 93–109. (In Russ.). DOI 10.30680/ECO0131–7652–2023–3–93–109. EDN LTWUYO.

Glazyrina, I.P., Potravny, I.M. Ed. (2005). Ecological indicators of regional economic growth quality. Moscow. NIA-Priroda, REPHIA. 306 p. (In Russ.).

Farley, J. (2012.). *Ecosystem services: The economic debate*. Ecosystem services, 1: 40–49. (in English).

Glazyrina, I.P., Gurova, O.N. (2020). “Housing issue” for geostrategic territories in eastern Russia. *ECO*. No. 8. Pp. 125–140. (In Russ.). DOI: 10.30680/ECO0131–7652–2020–8–125–140

Boylev, S.N., Kiryushin, P.A., Kudryavtseva, O.V. Ed. (2019). *Green economy and sustainable development goals for Russia*. Moscow: Economic Faculty of Lomonosov Moscow State University. 284 p. (In Russ.).

Isaev, A.S., Korovin, G.N., Sukhikh, V.I., Titov, S.P., Utkin, A.I., Golub, A.A., Zamolodchikov, D.G., Pryazhnikov, A.A. (1995). *Ecological issues of carbon dioxide absorption through afforestation and reforestation in Russia*. Moscow: Center for Environmental Policy of Russia. (In Russ.).

Konstantinidi, Kh.A., Yakovleva, E. Yu., Bobylev, S.N., Solovyeva S.V. (2023). Assessment of development sustainability and prospects for ESG transformation of Russian Federation subjects. *Economics of Sustainable Development*. No. 1(53). Pp. 176–180. (In Russ.). DOI 10.37124/20799136_2023_1_53_176. EDN YZOGAQ.

Porfiriyev, B.N., Danilov-Daniyan, V.I., Katsov, V.M. [et al.]. (2022). *Climate change and the economy of Russia: trends, scenarios, forecasts*: Edited by RAS Academician B.N. Porfiriyev and RAS Corresponding Member V.I. Danilov-Daniyan / Russian Academy of Sciences, Institute of Economic Forecasting. Moscow: Limited Liability Company “Scientific Consultant”. 514 p. (In Russ.). ISBN978–5–907477–31–5. EDN HZAYQY

Pyzheva, Yu.I., Pyzhev, A.I., Zander, E.V. (2019). Prospects for solving the problem of atmospheric air pollution in Russian regions. *Economic Analysis: Theory and Practice*. Vol. 18. No. 3 (486). Pp. 496–513. (In Russ.). DOI: 10.24891/ea.18.3.496

Saurabh, S. et al. (2022). Air pollution and climate change impact on forest ecosystems in Asian region – a review. *Ecosystem health and sustainability*/. Vol. 8. No. 1. (In English.). <https://doi.org/10.1080/20964129.2022.2090448>

Vaganov, E.A., Pyzhev, A.I., Kurbatova, M.V. [et al.]. (2023). Prospects for the implementation of forest-climate projects: the potential of the regions of Yenisei Siberia: flagship analytical report; edited by E.A. Vaganov, A.I. Pyzhev, M.V. Kurbatova; Siberian Federal University. Krasnoyarsk: Siberian Federal University. 160 p. (In Russ.).

Zabelina, I.A., Delyuga, A.V. (2019). Ecological-economic trends in the Baikal region and the Far East under institutional changes. *ECO*. No. 5 (539). Pp. 66–88. (In Russ.). DOI: 10.30680/ECO0131–7652–2019–5–66–88

Zabelina, I.A. (2019). Decoupling in environmental and economic development of regions-participants of cross-border cooperation. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*. Vol. 12. No. 1. Pp. 241–255. (In English). DOI: 10.15838/esc.2019.1.61.15

Zhaozhong, Feng et al. (2021). Emerging challenges of ozone impacts on asian plants: actions are needed to protect ecosystem health// *Ecosystem health and sustainability*. Vol. 7. No. 1. 1911602 (in English). DOI: 10.1080/20964129.2021.1911602

For citation: Brezgin, V.S., Glazyrina, I.P. (2023). Regional Carbon Balance and Climate Policy. *ECO*. No. 11. Pp. 25–42. (In Russ.). DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2023-11-25-42

Information about the authors

Brezgin, Vyacheslav Sergeevich (Chita) – Candidate of Economic Sciences. Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, SB RAS.

E-mail: monmanager@bk.ru; ORCID: 0000–0001–9008–4540

Glazyrina, Irina Petrovna (Chita) – Doctor of Economic Sciences. Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, SB RAS.

E-mail: iglazyrina@bk.ru; ORCID: 0000–0001–6774–9284