

2 Антропогенные выбросы парниковых газов. Источники, тренды и драйверы. Ретроспективный анализ

Координирующие лидирующие авторы:

Башмаков И.А. и Юлкин М.А.

Лидирующие авторы:

**Лебедев О.В., Лунин А.А., Макаров И.А.,
Мышак А.Д., Трофименко Ю.В.,
Шварц Е.А.**

Для цитирования: Башмаков И.А., Юлкин М.А., Лебедев О.В., Лунин А.А., Макаров И.А., Мышак А.Д., Трофименко Ю.В. и Шварц Е.А. 2027. Антропогенные выбросы парниковых газов. Источники, тренды и драйверы. Ретроспективный анализ. В кн.: Россия в условиях зеленой технологической революции. Стагнация или смена драйверов роста? 2027. Москва.

1 2.1 Краткое резюме главы

Формулирование количественных целей по контролю за выбросами ПГ и мониторинг их достижения требуют создания надежной и эффективной системы учета выбросов – кадастра (инвентаризации) ПГ.	• Россия накопила 20-летний опыт формирования кадастров антропогенных выбросов и стоков ПГ. • Итогом реализации важнейшего инновационного проекта государственного значения (ВИП ГЗ) стало резкое снижение нетто-выбросов ПГ в национальном докладе о кадастре (НДК) 2024 г. • В НДК 2026 г. значение нетто-выбросов ПГ для России за 2024 г. оценено в 1021 МтСО₂э.
Россия внесла самый существенный вклад в кумулятивное снижение выбросов в 1990-2024 гг., равный годовому объему мировых антропогенных выбросов ПГ. Это означает, что одна только Россия задержала процесс глобального потепления на 1 год.	• Согласно данным последней инвентаризации ПГ, Россия на протяжении восьми лет (в 2003-2010 гг.) уже была углеродно-нейтральной. • В 1990-1998 гг. снижение выбросов ПГ в основном было вызвано тяжелой рецессией 1990-х годов. • В 1998-2010 гг. Россия продемонстрировала способность почти удвоить ВВП при снижении нетто-выбросов ПГ. • Однако... после 2010 г. медленный и полностью экстенсивный рост ВВП вытолкнул Россию из зоны углеродной нейтральности, и к 2024 г. нетто-выбросы уже прошли почти полпути назад к уровню 1990 г.
Выбросы от производства и от потребления	•
Целевые задания по контролю за выбросами ПГ определяются по отношению к базовому году.	• Россия в качестве базового года выбрала 1990 г. • При формулировании целей по контролю за выбросами пора перестать оглядываться на 1990 г. и ставить цели по сокращению выбросов по отношению к базовому году на момент подготовки нормативного акта, формулирующего целевую установку.
Максимальный разрыв между верхними и нижними оценками нетто-выбросов ПГ в России отмечен для 1995 г. – 1,9 ГтСО₂э (3,3% глобальных антропогенных выбросов 2024 г.). Верхнее значение было дано в НДК 2015 год, а нижнее – 10 лет спустя – в НДК за 2025 год.	• В ежегодных НДК самыми стабильными являются оценки выбросов ПГ от сжигания топлива, а самыми неустойчивыми – оценки нетто-выбросов в секторе ЗИЗЛХ. • Пересмотры данных национального кадастра за базовый 1990 г. и изменение границ охвата выбросов создают парадокс: необходимые для реализации целевых установок объемы снижения выбросов становятся постоянно движущейся мишенью, попасть в которую все легче.
Анализ качества НДК показывает, что:	• Надежные оценки выбросов от сжигания топлива не дают оснований для их заметных пересмотров в кадастрах за разные годы. • Существенное снижение фугитивных выбросов в НДК за последние годы не отражено во многих зарубежных

	источниках, которые дают кратно более высокие оценки выбросов. - В целом по транспорту разброс оценок выбросов ПГ сравнительно узкий. Оценки выбросов ПГ автомобильным транспортом, приведённые в НДК, полученные на Транспортной модели МАДИ и на модели МТФК-16-80-ПГ, хорошо согласуются. - Оценки выбросов N₂O при производстве азотной кислоты в НДК занижены в 3,5-4 раза.
Ввиду того, что информация по поглощению углерода лесами в России фактически мало увязана с реальными данными по запасам углерода в лесах, дать объективное заключение об обоснованности пересмотра в НДК-2024 выбросов и стоков в секторе ЗИЗЛХ достаточно сложно.	- Доминирующий вклад в повышение поглощений в ЗИЗЛХ в НДК-2024 внес пересчет поглощений в лесах с использованием комбинации данных ГИЛ и дистанционного зондирования Земли (на большей части территории РФ) вместо используемых ранее данных Государственного лесного реестра. - В мире сосуществуют два основных подхода к оценке запасов углерода в лесах. Стационарные модели дают меньшие объемы стоков и их снижение, тогда как исследования на основе дистанционного зондирования Земли показывают большие значения стоков и их увеличение. - Существующая лесохозяйственная практика имеет близкий к нулевому (на горизонте 50 и более лет) или даже отрицательный баланс углерода по сравнению с так называемой «базовой линией» – естественным лесовосстановлением (самозарастанием).
Цели по ОНУВ-2 соответствуют простой экстраполяции сложившихся трендов без учета каких-либо усилий по контролю за выбросами ПГ.	- Согласно ОНУВ-2, Россия обязалась «сократить выбросы парниковых газов до уровня 65–67% от базового уровня 1990 года». - Экстраполяция сложившихся трендов дает оценку 62-66% и тренды до 2035 года определяются не растущими выбросами ПГ, а уменьшающимися поглощениями CO₂ в ЗИЗЛХ. - Поэтому полагаться на поглощения в ЗИЗЛХ как на главное ударное звено в решении задачи достижения углеродной нейтральности к 2060 году нецелесообразно.
Выводы по выбросам от потребления	
За последнее десятилетие вялые меры политики декарбонизации в секторе «энергетика» привели к тому, что выбросы ПГ росли быстрее, чем это	- различные меры политики по снижению выбросов (рамочные и специальные, см. главу 5) позволили снизить выбросы ПГ в секторе «энергетика» на 40% по сравнению с базовой линией; - политика структурного реформирования российской экономики (рамочные меры) внесла основной вклад в торможение динамики выбросов ПГ и обеспечила

определялось наращиванием экономической активности. Это резко контрастирует с опытом 2000-2011 гг., когда:	практический «декаплинг» при высоких темпах роста экономики России; • действительность опровергла ложный тезис о том, что сдерживание выбросов CO₂ чревато для России потерями экономического роста.
Опыт интегральной оценки технического потенциала снижения выбросов ПГ в России очень ограничен. Россия имеет техническую возможность стать страной с нулевыми нетто-выбросами ПГ.	• Технический потенциал снижения выбросов трех ПГ был оценен: ○ в 2012 г. по состоянию на 2010 г. в секторе «энергетика» – 1085 МСО₂э, или 54% от уровня выбросов 2010 г.; ○ в 2019 г. по состоянию на 2017 г. для всех секторов – 1220 Мт CO₂э. • Его полная реализация позволила бы снизить нетто-выбросы ПГ на 77% от уровня 2017 г. По отношению к уровню выбросов ПГ 1990 г. полная реализация технического потенциала позволяет снизить выбросы на 89%. • После 2019 г. интегральный технический потенциал снижения выбросов ПГ для России не оценивался. Это явный пробел в знаниях.
В соответствии с Федеральным законом от 2 июля 2021 года № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов» юридические лица и индивидуальные предприниматели (далее – «предприятия»), хозяйственная и иная деятельность которых связана с выбросами парниковых газов (ПГ), обязаны предоставлять отчеты о выбросах ПГ, если они относятся к регулируемым организациям.	• В нормативных документах выявлен ряд противоречий и ошибок, требующих разъяснений и/или исправлений. • В перечне производственных процессов, упомянутых в приложении к Постановлению № 355, перечислено меньше видов топлива, производимой продукции и видов деятельности (процессов), чем приведено в Методике Минприроды России № 371. Много замечаний есть и к Методике № 371. • Есть замечания и по совершенствованию коэффициентов выбросов ПГ, утвержденных распоряжением Правительства Российской Федерации № 2979-р от 22.10.2021 (Распоряжение № 2979-р). • Есть несостыковки в Методике Минприроды России № 371 и Правилах предоставления и проверки отчетов о выбросах парниковых газов, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 20.04.2022 № 707 (Постановление № 707).
Проект федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон «Об ограничении выбросов парниковых газов» не распространил требование обязательной верификации на отчеты о выбросах ПГ.	• Целесообразно определять области аккредитации верификаторов по ПГ в зависимости от особенностей источников выбросов ПГ, а не от отраслевой принадлежности организаций, контролирующих эти источники. • Требование о создании в составе аккредитуемой организации специального подразделения по валидации и верификации ПГ является избыточным. • Следует различать валидацию и верификацию климатических проектов, с одной стороны, и

	верификацию отчетов о выбросах ПГ от текущей деятельности, с другой.
Важно не изолировать российскую систему углеродного учета и отчетности путем искусственного замыкания на национальных стандартах, методиках и процедурах верификации, а наоборот, сделать ее открытой для мира и международного признания.	• Верификация отчетов о выбросах ПГ с привлечением как российских, так и зарубежных верификаторов – давно сложившаяся в России корпоративная практика. • Эффективной является открытая система верификации информации о выбросах ПГ независимыми органами верификации с допуском аккредитованных иностранных верификаторов (при наличии у них обособленного подразделения, филиала или постоянного представительства на территории России), а также органов по верификации ПГ, имеющих международную аккредитацию.
На основе данных национальной инвентаризации и отчетности по Приказу Минприроды России № 371 нельзя полноценно оценить ни объемы всех источников прямых выбросов ПГ от производства конкретного вида продукции по охвату 1, ни выбросы по охватам 2 и 3. Это снижает ценность имеющейся официальной отчетности для запуска механизмов регулирования выбросов ПГ.	• Важными информационными инструментами политики декарбонизации стали расчет углеродного следа продукции и бенчмаркинг углеродоемкости. • Системы бенчмаркинга по удельным выбросам ПГ уже стали важным элементом многих схем углеродного регулирования, включая системы торговли квотами, СВАО, стандартизации продукции по углеродному следу, схемы субсидирования низкоуглеродной продукции и маркетинга продуктов и услуг с низким углеродным следом. • Как за рубежом, так и в России, для разных видов углеродоемкой продукции и услуг создан набор систем бенчмаркинга, включая расчетные калькуляторы для оценки углеродного следа. • Системы бенчмаркинга по удельным расходам энергии и выбросам ПГ являются очень информационно емкими. Требуются значительные усилия по сбору необходимой информации, выходящие далеко за рамки требований корпоративной отчетности по Приказу Минприроды России № 371.

1 2.2 Динамика и структура выбросов ПГ

2 **Формулирование количественных целей по контролю за выбросами ПГ и мониторинг их**
3 **достижения требуют создания надежной и эффективной системы учета выбросов –**
4 **кадастра (инвентаризации) ПГ.** Поэтому важным обязательством по Киотскому протоколу
5 для развитых стран (стран Приложения I) стало налаживание учета антропогенных выбросов
6 ПГ и абсорбции поглотителями ПГ во всех секторах, который должен быть отражен в
7 национальном кадастре (инвентаризации) ПГ. В 2004 г. Россия ратифицировала Киотский
8 протокол и, согласно его требованиям, создала¹ национальную систему кадастра, результаты

¹ Распоряжениями Правительства Российской Федерации от 1 марта 2006 г. № 278-рз «О мерах по созданию российской системы оценки антропогенных выбросов в целях реализации Киотского протокола к Рамочной

1 которого ежегодно отражаются в *Национальном докладе о кадастре антропогенных выбросов*
2 *из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским*
3 *протоколом* (далее – НДК). Его итоги ежегодно представляются в РКИК. Приказом
4 Росгидромета в 2006 г. был утвержден «*Порядок формирования и функционирования*
5 *российской системы оценки антропогенных выбросов из источников и абсорбции*
6 *поглотителями парниковых газов*»,² согласно которому методическое руководство этой
7 работой и подготовка самого кадастра были поручены ФГБУ «Институт глобального климата
8 и экологии имени академика Ю.А. Израэля» (ФГБУ «ИГКЭ»). Данные кадастра
9 представляются как в форме отчета, так и в форме большого набора электронных таблиц,
10 содержащих детальную информацию по расчетам объемов выбросов и абсорбции ПГ по пяти
11 секторам (энергетика, промышленные процессы, сельское хозяйство, ЗИЗЛХ и отходы) и по
12 набору ПГ, указанных в Приложении «А» Киотского протокола (CO₂, CH₄, N₂O,
13 гидрофторуглероды (ГФУ), перфторуглероды (ПФУ), гексафторид серы (SF₆), трифторид
14 азота (NF₃), а также газы с косвенным парниковым эффектом – оксиды азота (NO_x), моноксид
15 углерода (CO) и диоксид серы (SO₂)). Кадастр формируется на основе *Методических*
16 *рекомендаций МГЭИК (2006)*, которые время от времени уточняются (*IPCC, 2019*), и
17 отражаются в унифицированных для всех стран электронных таблицах. Эксперты ООН с
18 определенной периодичностью должны проводить экспертизу данных национальной
19 инвентаризации.

20 **Россия накопила 20-летний опыт формирования кадастров антропогенных выбросов и**
21 **стоков ПГ.** Первый официальный НДК был подготовлен и представлен в секретариат ООН в
22 2007 году, последний – в 2026 г. На самом деле, первые попытки провести инвентаризацию
23 выбросов CO₂ в секторе энергетика были реализованы еще для СССР (*Bashmakov, 1992*). Была
24 также проведена серия работ по инвентаризации выбросов ПГ по отдельным субъектам РФ
25 (*xxxx*). И только потом с использованием этого опыта появился национальный кадастр.

26 **Итогом реализации важнейшего инновационного проекта государственного значения**
27 **(ВИП ГЗ) стало резкое снижение нетто-выбросов ПГ в НДК 2024 г.** С 2023 г. в Российской
28 Федерации реализуется важнейший инновационный проект государственного значения (ВИП
29 ГЗ)³ по созданию Единой национальной системы мониторинга климатически активных
30 веществ. ФГБУ «ИГКЭ» возглавил Консорциум 6 и стал ответственным исполнителем работ
31 по техническому перевооружению и цифровизации Национального доклада о кадастре
32 антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов.

33 **В НДК 2026 года значение нетто-выбросов ПГ для России за 2024 год оценено равным**
34 **1021 МтCO₂.**⁴ Согласно данным инвентаризации 2026 г., нетто-выбросы ПГ в России в 2024
35 году были на 58,4% ниже уровня 1990 г., а нетто-выбросы CO₂ – на 64,6% ниже. Распределение
36 выбросов по основным ПГ и по основным секторам в 2024 г. показано на рис. 2.1. На долю CO₂

конвенции ООН об изменении климата (с изменениями и дополнениями)» и от 15 мая 2017 г. № 930-р «О внесении изменений в распоряжение Правительства РФ от 1 марта 2006 г. № 278-р».

² Приказ Росгидромета от 30 июня 2006 г. № 141 «Об утверждении Порядка формирования и функционирования российской системы оценки антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов».

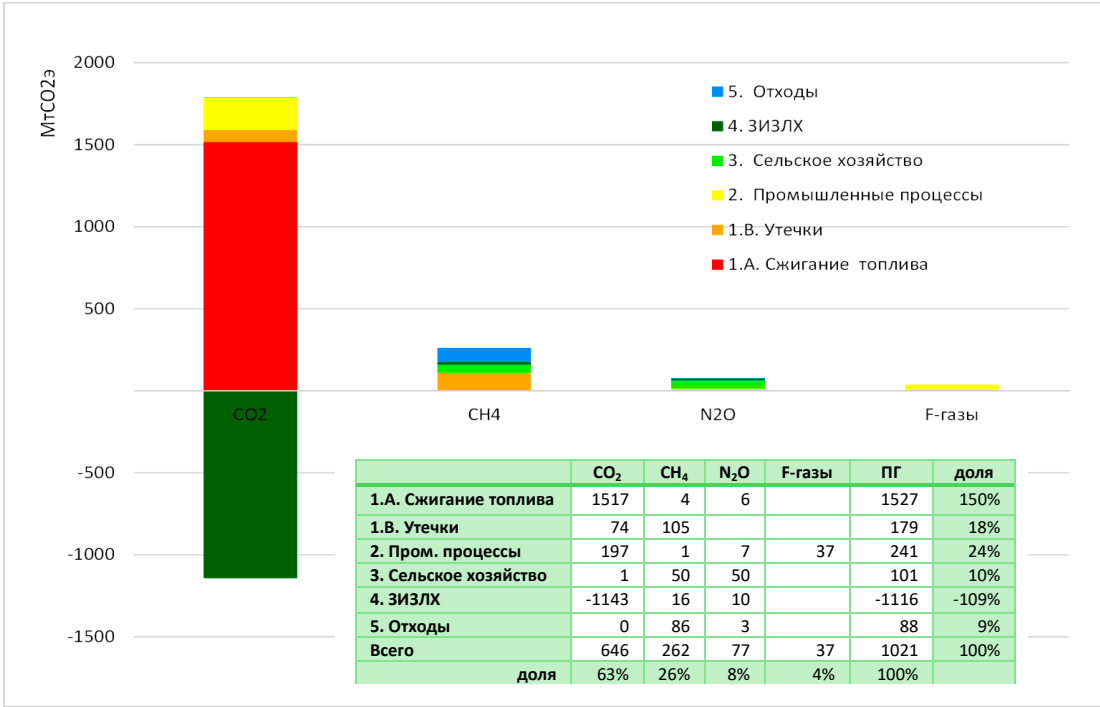
³ Распоряжение Правительства РФ от 29 октября 2022 г. № 3240-р «Об утверждении важнейшего инновационного проекта государственного значения «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ» и плана мероприятий («дорожной карты») по реализации первого этапа (2022–2024 гг.) важнейшего инновационного проекта государственного значения «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ».

https://unfccc.int/files/national_reports/initial_reports_under_the_kyoto_protocol/application/pdf/initial_report_russia.pdf

⁴ https://unfccc.int/sites/default/files/resource/RUS_NID_2026_vol1.pdf

1 приходится 63% нетто-выбросов, а на долю сектора «энергетика» (по классификации МГЭИК)
2 – 158%. Выбросы от этого сектора, а также от промышленных процессов, сельского хозяйства
3 и отходов (в сумме – 2,14 ГтCO₂э) на 52% компенсируются стоками в секторе ЗИЗЛХ в объеме
4 свыше 1 Гт CO₂э.

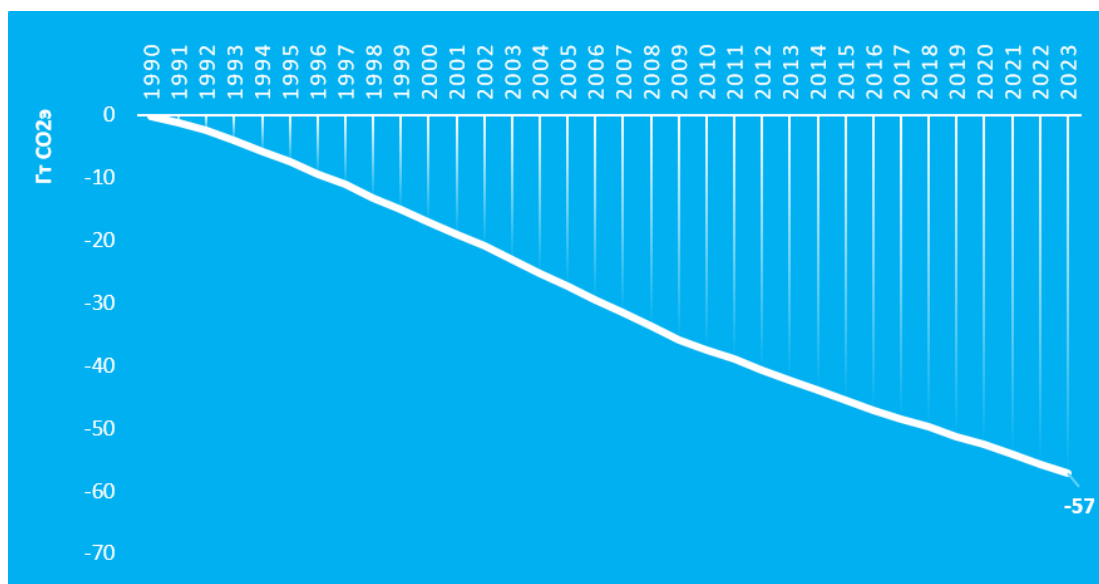
5 **Рисунок 2.1 Структура антропогенных выбросов и поглощений ПГ**
6 **в России в 2024 г.**



7
8 Источник: построено авторами по данным **Национального доклада о кадастре 2026 г.**

9 **Россия внесла самый существенный вклад в кумулятивное снижение выбросов в 1990-**
10 **2024 гг., равный годовому объему мировых антропогенных выбросов ПГ. Это означает,**
11 **что одна только Россия задержала процесс глобального потепления на 1 год. Если бы**
12 **выбросы ПГ России оставались на уровне 1990 г., то суммарно за 1990-2024 гг. они бы на 57**
13 **ГтCO₂э превысили значение, равное суммарным фактическим нетто-выбросам ПГ за эти же**
14 **годы (рис. 2.2). В 2024 г. глобальные выбросы ПГ составили 53,2 ГтCO₂э без учета ЗИЗЛХ**
15 **(EDGAR, 2025) и 57,7 ГтCO₂э, включая ЗИЗЛХ (UNEP, 2025).**

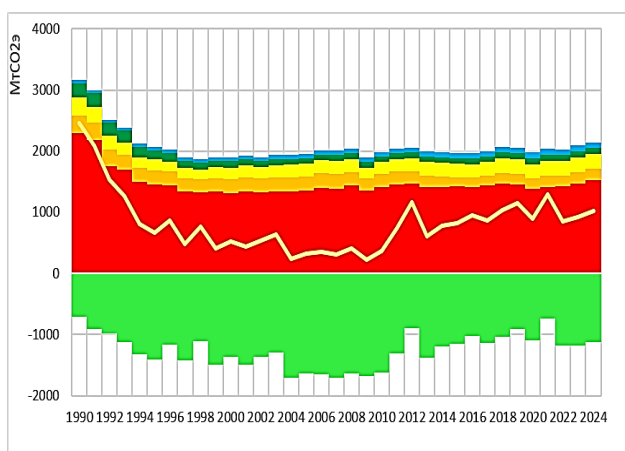
1 Рисунок 2.2 Кумулятивное снижение антропогенных нетто-выбросов
2 ПГ в России в 1990-2024 гг.



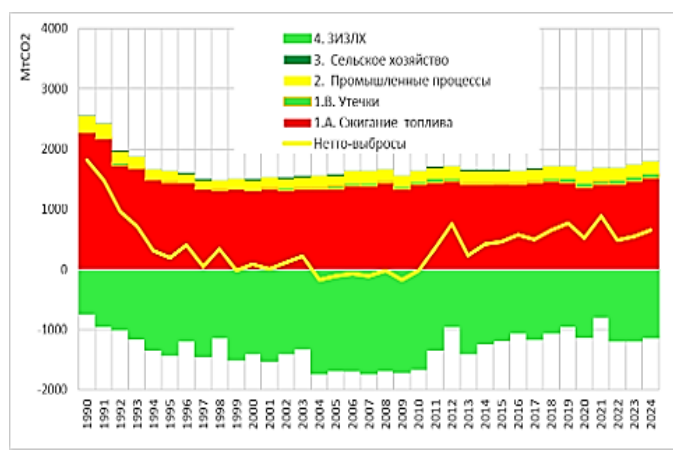
3
4 Источник: построено авторами по данным НДК 2026 г.

5 Согласно данным последней инвентаризации, Россия на протяжении восьми лет (в 2003-
6 2010 гг.) уже была углеродно-нейтральной. Углеродная нейтральность означает, что
7 выбросы CO₂ равны их стокам (абсорбции поглотителями). Согласно НДК 2026 г. получается,
8 что в 2003-2010 гг. Россия была донором по ПГ, а ее нетто-выбросы CO₂ были отрицательными
9 (см. рис. 2.3). Нетто-выбросы всех ПГ не вышли на ноль, но в 2009 г. оказались на 91% ниже
10 уровня 1990 г. В 2024 г. они были уже на 58% ниже, но это все еще превышало снижение в
11 Германии (45%) или Великобритании (53%). Однако при сохранении сложившихся трендов
12 Россия сдвинется с лидирующих позиций уже в ближайшие годы.

13 Рисунок 2.3 Динамика антропогенных выбросов и поглощений ПГ
14 в России в 2024 г.



а) все ПГ



б) CO₂

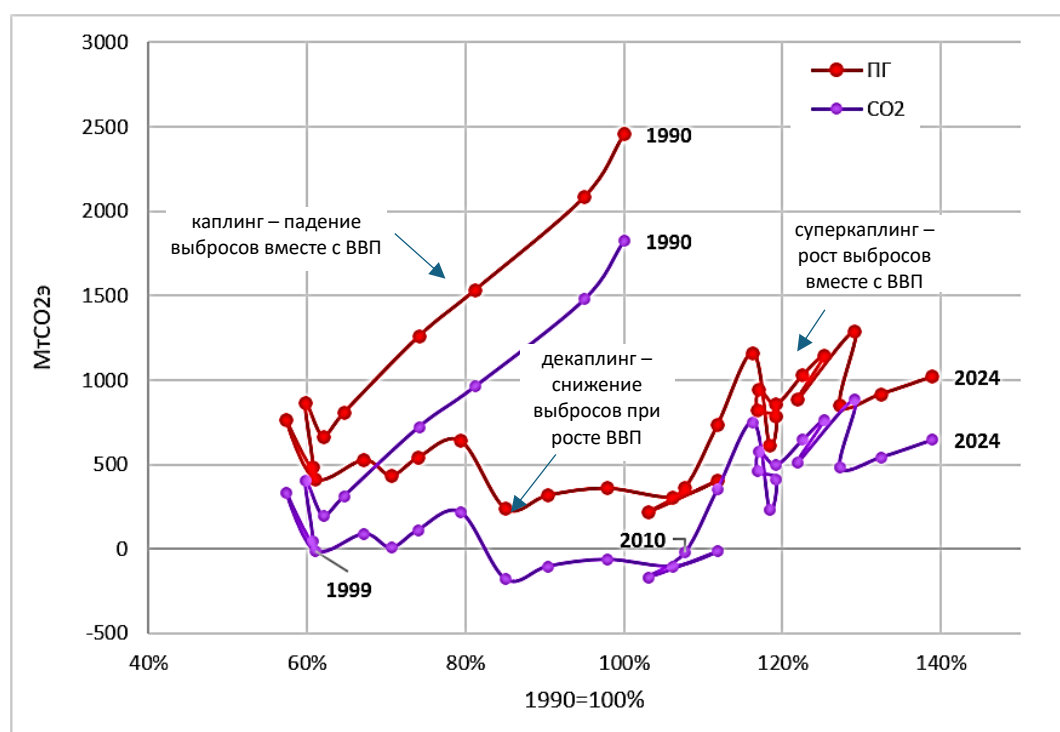
15 Источник: построено авторами по данным НДК 2011-2026 гг.

В 1990–1998 гг. снижение выбросов ПГ было вызвано в основном тяжелой рецессией 1990-х годов. Однако ближе к концу 1990-х негативный тренд удалось переломить, и российская экономика снова пошла в рост. К этому моменту нетто-выбросы ПГ в России без учета ЗИЗЛХ сократились на 40%, а с учетом ЗИЗЛХ – более чем в 4 (!) раза, или на 78,6%.

В 1998-2010 гг. Россия продемонстрировала способность почти удвоить ВВП при снижении нетто-выбросов ПГ. Период после 1990 г. можно разбить на три части (см. рис. 2.4): каплинг в 1990-1998 гг., когда падение ВВП сопровождалось снижением нетто-выбросов ПГ, в т.ч. за счет роста стоков в ЗИЗЛХ; деаплинг в 1998-2010 гг., когда интенсивный и динамичный рост ВВП компенсировался динамичным повышением энергоэффективности и снижением углеродоемкости энергии при ограниченном влиянии прироста стоков в ЗИЗЛХ; суперкаплинг в 2010-2024 гг., когда ВВП в среднем рос на 1,8% в год, а нетто-выбросы ПГ выросли в 2,8 раза, то есть в среднем росли почти на 8% в год.

После 2010 г. медленный и полностью экстенсивный рост ВВП вытолкнул Россию из зоны углеродной нейтральности, и к 2024 г. нетто-выбросы уже прошли почти полпути назад к уровню 1990 г. В значительной степени это произошло за счет стагнации энергоэффективности при медленном прогрессе в декарбонизации энергии (см. раздел 2.6), но 77% прироста нетто-выбросов после 2010 г. пришлось на снижение нетто-стоков в ЗИЗЛХ. Пересчет стоков в этом секторе помог существенно снизить уровень нетто-выбросов, но... после 2010 г., оттолкнувшись от этого нового уровня, нетто-сток в ЗИЗЛХ стал быстро сокращаться. К 2024 г. снижение составило огромную (равную трети выбросов ПГ от сжигания топлива) величину – 510 МтСО₂э, или в среднем 36,4 МтСО₂э в год. При сохранении такой динамики нетто-сток в ЗИЗЛХ полностью исчезнет к 2054 г.

Рисунок 2.4 Динамика антропогенных нетто-выбросов ПГ и ВВП в России в 1990-2024 гг.



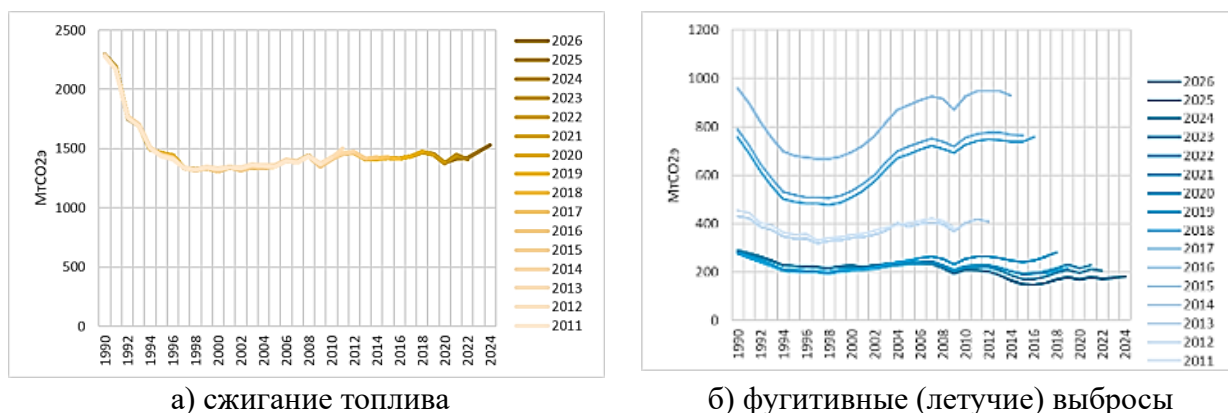
Источник: построено по данным НДК 2011-2026 гг. и Росстата.

2.3 Как Россия на время стала углеродно-нейтральной?

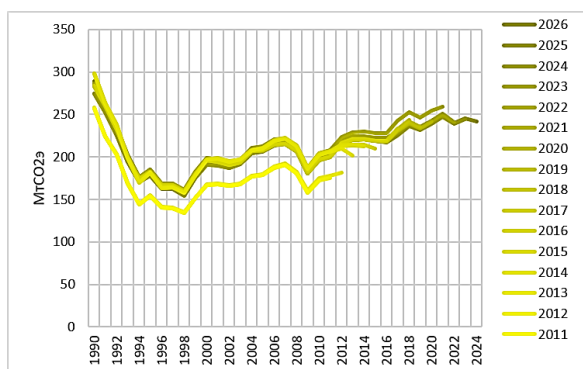
В ежегодных НДК самыми стабильными являются оценки выбросов ПГ от сжигания топлива, а самыми неустойчивыми – оценки нетто-выбросов в секторе ЗИЗЛХ. Ответ на вопрос в заголовке этого раздела дает изучение дрейфа оценок выбросов и абсорбции ПГ в разных секторах. Для анализа использованы данные 16 национальных кадастров за 2011-2026 годы с окончанием временных выборок в 2009-2024 гг. (см. рис. 2.5). Нетрудно заметить, что данные о выбросах ПГ даже без учета сектора ЗИЗЛХ существенно различаются, а данные по самому сектору ЗИЗЛХ сильно скачут. Четко прослеживается тенденция: чем дальше в историю уходит от нас 1990 г., тем больше поглощений CO_2 в секторе ЗИЗЛХ за этот год мы обнаруживаем. Прямо как в фильме «Когда деревья были большими», где главной героине тоже казалось, то в детстве деревья были выше и мощнее.

Причины дрейфа коэффициентов могут включать: переход от использования временных коэффициентов выбросов и стоков уровней 1 к коэффициентам уровней 2 и 3 (МГЭИК, 2006); уточнение коэффициентов уровней 1 и 2 МГЭИК (IPCC, 2019); уточнение данных о масштабе деятельности, в том числе за счет смены источника данных; изменения коэффициентов перевода выбросов отдельных ПГ в CO_2 .⁵ Разница между максимальными и минимальными оценками выбросов от сжигания топлива по всей выборке не превышала 26 MtCO_2 , или 2%. По фугитивным выбросам разница была многократно выше – 763 MtCO_2 (пересмотр кадастра в 2018 г.). В итоге оценки выбросов за 2014 г. в кадастре 2026 г. оказались в 5,6 раз ниже, чем в кадастре 2016 г. Снижение оценок фугитивных выбросов продолжается и в кадастрах последних лет на фоне роста коэффициентов глобального потепления для метана, который должен был бы двигать эти оценки вверх. Максимальный пересмотр оценок выбросов от промышленных процессов получен для 2012 г. В НДК 2014 г. он был на 42 MtCO_2 ниже, чем в НДК 2023 г. В НДК за 2023-2026 гг. оценки, соответствующие 2012 г., были несколько снижены. Оценки выбросов от сельского хозяйства устойчиво сокращались, а максимальный пересмотр – 93 MtCO_2 – был проведен для выбросов за 1990 г. (40% от уровня инвентаризации за 1990 г., указанного в кадастре 2026 г.). В секторе «отходы» были максимально пересмотрены значения для 2016 г. – на 33,6 MtCO_2 в кадастре 2026 г. по сравнению с кадастром 2018 г. Это больше диапазона пересмотров для сжигания топлива.

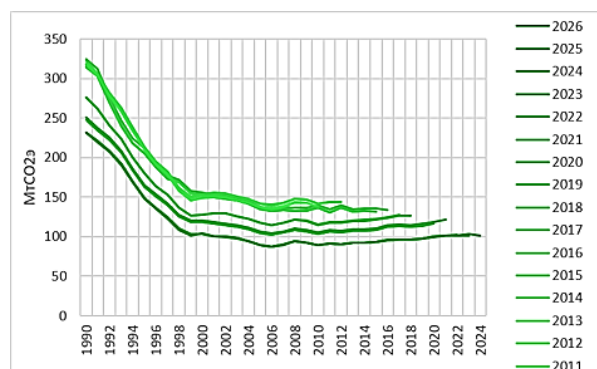
Рисунок 2.5 Результаты пересмотра выбросов и абсорбции ПГ в России в инвентаризациях разных лет



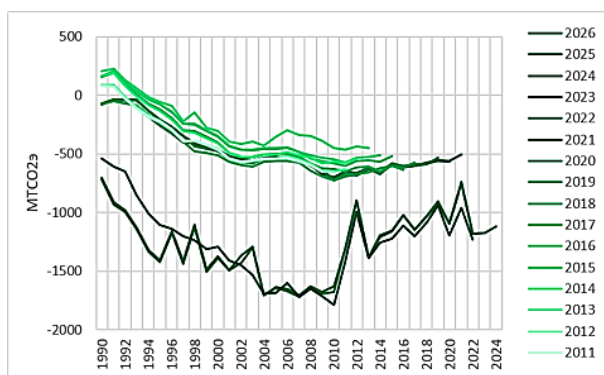
⁵ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 04.04.2025 № 805-р.



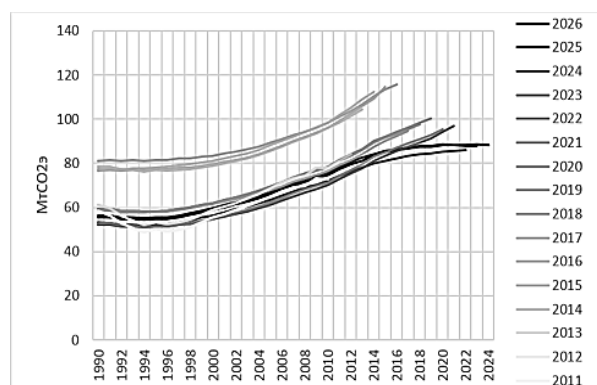
в) промышленные процессы



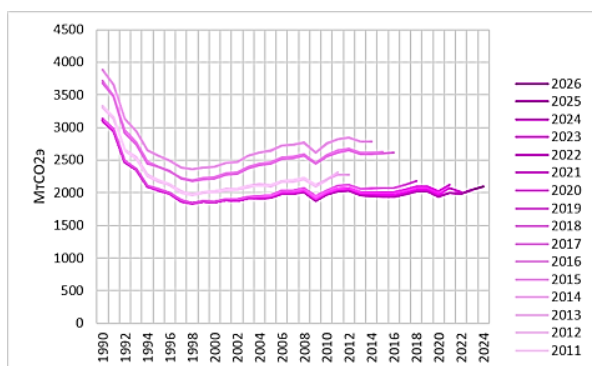
г) сельское хозяйство



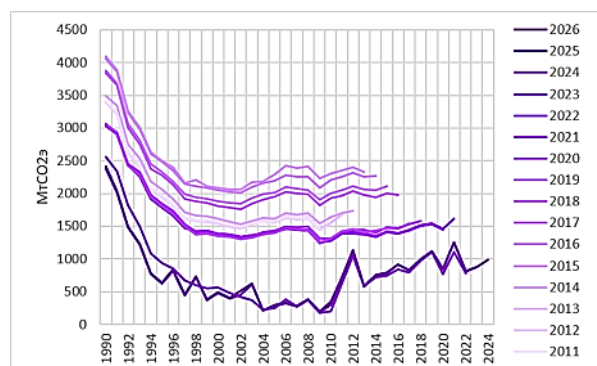
д) ЗИЗЛХ



е) отходы



ж) всего, без учета ЗИЗЛХ



з) всего, включая ЗИЗЛХ

1 Источник: построено по данным **НДК 2011-2026** гг.

2 **Пересмотры объемов выбросов ПГ в отдельных секторах значительны, но они меркнут**
 3 **на фоне пересмотров нетто-выбросов в секторе ЗИЗЛХ, которые достигли планетарного**
 4 **масштаба. Для 2007 г. оценка нетто-стока в инвентаризации за 2026 г. оказалась на 1377**
 5 **МтСО₂э, или в 4 раза, выше значения в кадастре 2015 г. Что такое 1377 МтСО₂э? Это 2,4%**
 6 **всех глобальных антропогенных выбросов в 2024 г. Это превышает объем выбросов в любой**
 7 **стране мира, за исключением Китая, США и Индии (Crippa et al., 2025), и на 35% превышает**
 8 **оценку суммарных нетто-выбросов России за 2024 г. Как же такое произошло? Согласно новой**
 9 **методике, изменение запаса углерода в живой биомассе на единицу площади лесных земель в**
 10 **России в 2022 г. оказалось равно 0,353 т С/га (НДК, 2024). В инвентаризации за 2021 г. этот**
 11 **показатель был равен 0,183 т С/га (НДК, 2023). То есть рост в 1,9 раза. Сравним с другими**
 12 **странами со сходным климатом и лесным покровом (данные за 2022 г.): Канада – 0,147 т С/га,**

1 Финляндия – 0,157 т С/га, Швеция – 0,165 т С/га. Даже по прежней методике в России нетто-
2 прирост запаса углерода в живой биомассе лесов был выше, чем в этих странах, а теперь он
3 стал превышать их показатели более чем вдвое. Говорят, что это уточненные оценки по
4 данным спутников. Отлично, но получается, что в России нетто-прирост запаса углерода в
5 живой биомассе лесов происходит в 2 раза более интенсивно. За счет чего? У нас что, лес в два
6 раза гуще, или деревья в два раза толще, или они в два раза выше? Пересмотр только одного
7 этого параметра дал прирост нетто-стоков в живой биомассе лесов за 2021 г. на 131,7 млн т
8 углерода, или на 483 млн т CO₂. Изменение одного лишь этого коэффициента обеспечило более
9 80% прироста нетто-стоков в ЗИЗЛХ за счет пересмотра всех параметров инвентаризации.
10 Однако платой за увеличение объема нетто-стока в секторе ЗИЗЛХ по новой методике стало
11 кратное увеличение скорости его снижения. Если по старой методике в 2010-2021 гг. он
12 сокращался на 17,4 МтCO₂ в год, то по последней инвентаризации – на 80 МтCO₂.

13 **Максимальный разрыв между верхними и нижними оценками нетто-выбросов ПГ в**
14 **России отмечен для 1995 г. – 1,9 ГтCO₂ (3,3% глобальных антропогенных выбросов**
15 **2024 г.). Верхнее значение было дано в НДК 2015 г., а нижнее – 10 лет спустя – в НДК**
16 **2025 г.** В 2011-2015 гг. корректировка нетто-выбросов двигалась вверх, но затем оценки стали
17 снижаться: сначала на «скромные» 667 МтCO₂ в 2015-2021 гг., а затем еще на 1216 МтCO₂
18 (рис. 2.5з). Без учета сектора ЗИЗЛХ максимальный разрыв между верхними и нижними
19 оценками нетто-выбросов ПГ в России отмечен для 2014 г. – 833 МтCO₂. Основное снижение
20 произошло за счет фугитивных выбросов при пересмотре кадастров в 2017-2019 гг. (рис. 2.5ж).

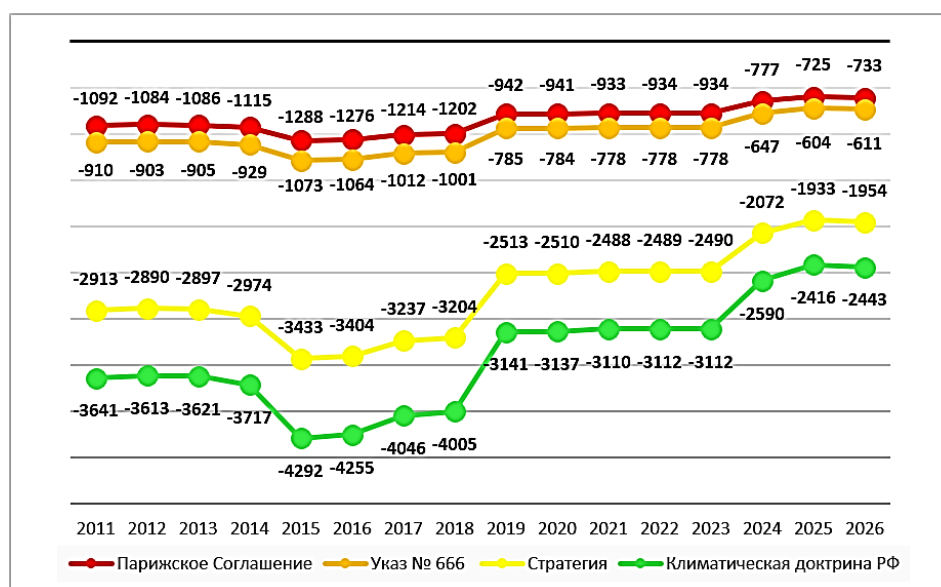
21 **Целевые задания по контролю за выбросами ПГ определяются по отношению к базовому**
22 **году. Россия в качестве базового года выбрала 1990 г.** Уровень 1990 г. сначала вырос с 3,4
23 до 4,1 ГтCO₂ в инвентаризациях 2011-2015 гг., а затем снизился до 2,4 ГтCO₂ в
24 инвентаризации 2026 г. В итоге снижение составило 1 ГтCO₂. По данным кадастра 2026 г.,
25 снижение выбросов ПГ в 1990-2024 гг. составило 1,4 ГтCO₂. Таким образом, снижение за счет
26 пересмотров кадастра сопоставимо со снижением за счет всех реальных факторов в 1990-
27 2024 гг.

28 **Пересмотры данных национального кадастра за базовый 1990 г. и изменение границ**
29 **охвата выбросов создают парадокс: необходимые для реализации целевых установок**
30 **объемы снижения выбросов становятся постоянно движущейся мишенью, попасть в**
31 **которую все легче.** Помимо текущих выбросов, пересчет в НДК 2024 г. затронул и выбросы
32 базового 1990 г. В самом этом факте ничего необычного нет. По сложившейся в России
33 практике, каждый новый кадастр содержит не только данные о выбросах и поглощениях ПГ за
34 очередной год, но и уточненные данные за все предыдущие годы, начиная с 1990-го, что
35 согласуется с известным изречением, согласно которому Россия является страной с
36 непредсказуемым прошлым. В этом смысле обновленный кадастр ПГ 2024 г., как и следующий
37 на нем кадастр 2025 г., не стали исключением. Никогда еще пересчет прошлых выбросов и
38 поглощений не заходил так далеко, как в 2024 г. (рис. 2.5). Если согласно первоначальной
39 оценке, сделанной в 2005 г., в 1990 г. сектор ЗИЗЛХ являлся нетто-источником выбросов ПГ,
40 а его вклад составлял 190,3 МтCO₂ чистых выбросов, то по новой оценке его вклад в 1990 году
41 был отрицательным и составлял порядка 500 МтCO₂ чистых поглощений. А в 2025 г. оценку
42 вклада сектора ЗИЗЛХ за 1990 г. еще раз скорректировали и получили 720,3 МтCO₂ нетто-
43 поглощений. Всего в результате проведенных корректировок чистые выбросы ПГ за 1990 год
44 сократились к 2025 году с первоначальных 3,5 ГтCO₂ до 2,4 ГтCO₂, то есть более чем на 30%.

45 На рис. 2.6 показана эволюция значений четырех целевых установок по контролю за
46 выбросами ПГ. Эти цели сформулированы относительно уровня 1990 г. По Парижскому
47 соглашению, Россия взяла на себя обязательство удерживать выбросы в 2030 г. на 20-25% ниже

значения 1990 г. По Указу Президента Российской Федерации № 666 от 4 ноября 2020 г., выбросы в 2030 г. должны быть на 30% ниже уровня 1990 г. Целевая установка *Стратегии социально-экономического развития РФ с низкими выбросами ПГ до 2050 года* – снизить нетто-выбросы на 80% от уровня 1990 г. и на 60% по сравнению с уровнем 2019 года. Наконец, *Климатическая доктрина РФ* формулирует цель следующим образом: *достижение баланса между антропогенными выбросами парниковых газов и их поглощением*. Иными словами, нетто-выбросы ПГ должны стать нулевыми. Результативность усилий по контролю за выбросами можно оценивать не только в процентах от уровня 1990 г., но и в тСО₂э. Удельные затраты на снижение выбросов оцениваются в расчете на 1 тСО₂э, а значит, суммарные затраты зависят от объема снижения выбросов. Если в соответствии с НДК 2015 г. для этого потребовалось бы снизить нетто-выбросы на 4,3 ГтСО₂э, то согласно НДК 2026 г. – уже только на 2,4 ГтСО₂э. Пересмотры кадастра – это самый легкий путь к углеродной нейтральности.

Рисунок 2.6 Изменение целевых объемов снижения нетто-выбросов ПГ за счет дрейфа значений нетто-выбросов за базовый 1990 год



Источник: построено авторами по данным Национальных докладов за 2011-2026 гг.

При определении цели по Киотскому протоколу на 2008-2012 гг. не учитывались выбросы и поглощения ПГ от ЗИЗЛХ.⁶ На то были причины. Помимо недостатка и высокой неопределенности исходных данных, имели место методологические проблемы – с определением понятия «управляемые леса» и установлением их границ, с оценкой вклада выбросов ПГ от сведения лесов и т. д. Еще одна причина – значительные колебания результирующего показателя по сектору вплоть до смены знака: в отдельные годы сектор выступал нетто-источником выбросов ПГ, а в другие – нетто-стоком (когда поглощение ПГ по сектору превышало выбросы). Цель на период с 2013 по 2020 гг. была установлена без указания границ, к которым она относилась. Правительству вменялось обеспечить к 2020 г. сокращение выбросов ПГ до уровня не более 75% объема выбросов в 1990 г. Был дан шестимесячный срок для утверждения плана мероприятий, включая разработку показателей сокращения выбросов

⁶ См. <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-kyoto-protocol/first-commitment-period/kyoto-protocol-base-year-data-for-the-first-commitment-period-of-the-kyoto-protocol>

1 ПГ по секторам экономики. Россия не стала заявлять эту цель как свои международные
2 обязательства во втором периоде действия Киотского протокола. В результате было непонятно,
3 относится ли новая цель к тем же выбросам ПГ, которые требовалось сократить на предыдущем
4 шаге, или на этот раз границы определены иначе. Что касается плана мероприятий для
5 достижения поставленной цели, то он был принят в апреле 2014 года.⁷ Однако с его
6 реализацией возникли проволочки. Так, заявленная в плане система мониторинга выбросов ПГ,
7 включающая в себя подготовку и подачу в уполномоченный орган ежегодных отчетов о
8 выбросах ПГ крупнейшими эмитентами и регистрацию представленных сведений в едином
9 национальном реестре, была запущена только в 2023 году на основании Федерального закона
10 № 296 от 02.07.2021 об ограничении выбросов ПГ. Целевых показателей сокращения выбросов
11 ПГ по секторам экономики нет по сей день. Национальной системы регулирования выбросов
12 ПГ тоже нет, хотя важный шаг в этом направлении Правительство, пусть и с большим
13 опозданием, но сделало: в 2023 году на Сахалине был запущен эксперимент по квотированию
14 выбросов ПГ. Правда, когда в 2025 году подвели итоги первого года эксперимента, то
15 выяснилось, что главной цели эксперимента – углеродной нейтральности – регион достиг
16 досрочно,⁸ до запуска системы квотирования и независимо от нее.

17 **Цели по ОНУВ-2 соответствуют простой экстраполяции сложившихся трендов без учета**
18 **каких-либо усилий по контролю за выбросами ПГ.** Согласно Указу Президента РФ от
19 6 августа 2025 года № 547 «О сокращении выбросов парниковых газов», Россия обязуется
20 «сократить выбросы парниковых газов до уровня 65–67% от базового уровня 1990 года». Если
21 построить тренд изменения чистых выбросов ПГ в 2000–2023 гг. и пролонгировать его, то в
22 2035 г. получим 62% от уровня 1990 г. Если выстроить тренд от исторического минимума
23 чистых выбросов, который был достигнут в 2009 году, то в 2035 г. получится 66% (см. рис. 2.7).
24 Знаменательное совпадение. Как сказано в документах, эти цели установлены с учетом
25 «максимально возможной поглощающей способности лесов и иных естественных экосистем».
26 Эта оговорка стоит того, чтобы с ней разобраться. В принципе, возможность засчитывать
27 поглощения CO₂ от ЗИЗЛХ в счет достижения целей по сокращению выбросов ПГ
28 существовала и раньше, хотя и с некоторыми оговорками. В Киотском протоколе возможность
29 такого зачета была ограничена установленными лимитами. Россия же всегда настаивала на том,
30 чтобы поглощения ПГ учитывались в полном объеме, и в свое время добилась для себя самого
31 большого лимита – 33 Мт углерода (121 Мт CO₂ в год). Это больше, чем лимиты всех
32 остальных стран-участниц Киотского протокола, вместе взятых. Однако воспользоваться этой
33 возможностью Россия не смогла, поскольку недостаток данных и методологические проблемы
34 не позволили ей включить сектор ЗИЗЛХ в базу для определения количественных обязательств
35 по ограничению и сокращению выбросов ПГ на первый период действия Киотского протокола,
36 а во втором периоде Россия вообще не стала брать на себя таких обязательств, хотя и
37 установила цель по сокращению выбросов ПГ на этот период в своем внутреннем
38 законодательстве.

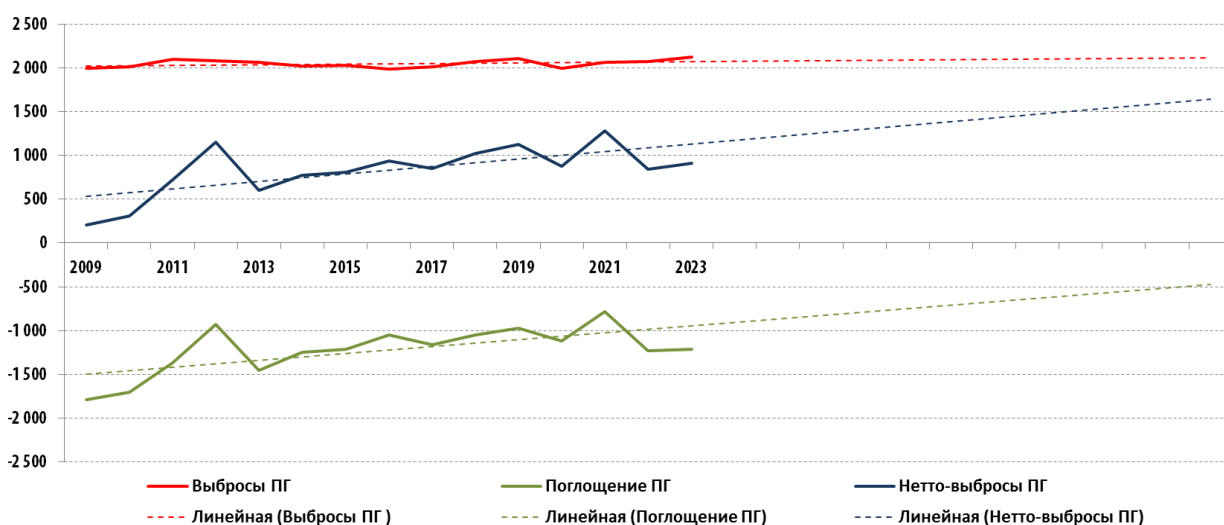
39 Парижское соглашение никаких ограничений в отношении учета и зачета поглощений ПГ не
40 устанавливает. Наоборот, в нем говорится о необходимости сохранения и улучшения качества
41 (т. е. увеличения поглощающей способности) лесов и достижения баланса между выбросами
42 ПГ в атмосферу и их поглощением (удалением) из атмосферы. В этом смысле упоминание в
43 цели поглощающей способности лесов и иных экосистем вполне оправданно. Это дает сигнал
44 к более активной деятельности по их охране, защите и восстановлению.

⁷ См. Распоряжение Правительства РФ от 02.04.2014 г. № 504-р,
<http://publication.pravo.gov.ru/document/0001201404090009>

⁸ См. <https://rg.ru/2025/08/07/zelenye-sahalin-i-kurily.html>

Однако этим дело не ограничилось. В 2024 г. в рамках ВИП ГЗ «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ» научным консорциумом «Ритм углерода» были кардинально пересмотрены данные о выбросах и поглощениях ПГ по сектору ЗИЗЛХ, в результате чего вклад этого сектора как нетто-поглотителя ПГ резко возрос. Наряду с этим были пересмотрены подходы к оценке выбросов ПГ, связанных с топливом и другими источниками, что в целом привело к их снижению. Если сравнить данные за 2021 г. до и после пересчета, то окажется, что нетто-поглощения ПГ в секторе ЗИЗЛХ выросли без малого в 2 раза – на 460 МтСО₂, выбросы ПГ в остальных секторах уменьшились на 80 МтСО₂, а в общей сложности чистые выбросы ПГ упали почти на треть – с 1,7 до 1,1 тСО₂.⁹ На втором этапе ВИП ГЗ работу по пересмотру данных о выбросах и поглощении ПГ планируется продолжить. Ожидается, что это позволит увеличить нетто-поглощения ПГ в секторе ЗИЗЛХ еще на 160-540 МтСО₂ в год и заодно уменьшить выбросы ПГ в других секторах на 119 МтСО₂ в год.

Рисунок 2.7 Экстраполяция трендов изменения выбросов и поглощений ПГ на 2035 г. (Мт СО₂)



Источник: построено авторами по данным кадастра НДК 2025 г.

Тренды на период до 2035 года определяют не растущие выбросы ПГ, а уменьшающиеся поглощения СО₂ в лесах и других учитываемых экосистемах. Поэтому полагаться на них как на главное ударное звено в решении задачи достижения углеродной нейтральности к 2060 году нецелесообразно. С поглощениями ПГ происходит что-то неладное: по сравнению с 2000 годом они сократились на 18%, а по сравнению с 2009 годом – на 32%. В действительности они работают против этой цели, а не на нее, являются препятствием, а не драйвером для движения в сторону чистого нуля. Значит, надо искать способы снижения выбросов ПГ во всех отраслях, надо устанавливать амбициозные цели, чтобы пересилить неблагоприятный тренд к снижению поглощающей способности лесов и других экосистем и все-таки двигаться вниз к углеродной нейтральности, не рассчитывая на то, что «сама пойдет», или «кривая вывезет».

⁹ См. [http://www.igcc.ru/2024/11/12/12 ноября-в-рамках-программы-работы-росс/](http://www.igcc.ru/2024/11/12/12%20ноября-в-рамках-программы-работы-росс/)

2.4 Выбросы от производства и выбросы от потребления

ИА прошу вставить этот раздел. Если возможно – показать динамику, максимально приближенную к последним годам.

2.5 Оценки качества инвентаризации выбросов ПГ

Из-за регулярных пересмотров кадастра ПГ мы не можем с уверенностью сказать, какой вклад вносит Россия в борьбу с глобальным изменением климата и какой объем выбросов ПГ нужно сократить или перекрыть дополнительными поглощениями, чтобы достичь углеродной нейтральности, как этого требует Парижское соглашение и наша Климатическая доктрина. Представление НДК в Секретариат Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК) является обязанностью стран, участвующих в международных соглашениях по климату. Но в России эта практика имеет свои национальные особенности. Так уж повелось, что каждый год мы получаем совершенно новый кадастр, в котором все данные о выбросах ПГ из источников и об их абсорбции поглотителями, начиная с 1990 года, пересчитаны заново. Это очень неудобно. Хуже того, это создает иллюзию, что задачу можно решить на бумаге – простой подгонкой данных, улучшением методологии расчета и уточнением применяемых коэффициентов. В принципе, пересматривать прошлые данные хорошо и правильно, это обязательно нужно делать. Но не каждый же год! Ведь каждая такая реформация кадастра означает, что мы меняем линейку и начинаем с новой точки, теряя возможность последовательно сравнивать результаты в ретроспективе, а также ставить цели (рис. 2.6) и планировать мероприятия на будущее. Не лучше ли упорядочить процесс и пересматривать применяемые методики и коэффициенты не каждый год, а раз в пять лет – по окончании срока, на который рассчитаны установленные национальные цели по сокращению выбросов ПГ и увеличению их абсорбции?

Неопределенность данных кадастра ПГ определяется качеством инвентаризации. Эксперты ООН с определенной периодичностью должны проводить экспертизу результатов национальной инвентаризации. В данном разделе дан анализ практики проверки данных национального кадастра выбросов ПГ российскими экспертами для нескольких секторов: энергетический сектор; транспорт; производство азотной кислоты; сектор ЗИЗЛХ, а также поднимается вопрос об обоснованности экстраполяции коэффициентов выбросов ПГ, оцененных за последние годы на весь период инвентаризации с 1990 г.

При формулировании целей по контролю за выбросами пора перестать оглядываться на 1990 г. и ставить цели по сокращению выбросов по отношению к базовому году на момент подготовки нормативного акта, формулирующего целевую установку. Совсем не обязательно ссылаться на 1990 г., про который мы многого не знаем и многое додумываем задним числом. Можно взять более близкий к нам год, про который мы знаем больше: например, 2015-й год, когда было принято Парижское соглашение, или 2019-й год, который используется как базовый в СНУР, или 2020-й год, для которого ранее Указом Президента Российской Федерации была установлена национальная цель по сокращению выбросов ПГ (Указ Президента РФ № 752 от 30.09.2013 «О сокращении выбросов парниковых газов»). Неизвестно, подведены ли итоги выполнения этого Указа. В 2022-2024 гг. была проделана большая работа по актуализации данных мониторинга климатически активных веществ в рамках первого этапа ВИП ГЗ, стоившего бюджету (налогоплательщикам) около 10 млрд руб. Киотский протокол, который впервые ввел ограничения на выбросы ПГ для развитых стран, был принят в декабре 1997 года и вступил в силу в феврале 2005 года после его ратификации Россией. Так совпало, что за базовый год в РКИК ООН и в Киотском протоколе был принят

1990 г., что позволило России показывать в отчетах сокращение выбросов ПГ относительно базы 1990 года. Но цена этого была очень высока. По оценкам (Bashmakov, 1993), она превысила долл./тCO₂ в ценах 1990 г. В Парижском соглашении, которое было принято в 2015 году, база 1990 года уже не играет такой роли, как в Киотском протоколе. Важно не просто сократить выбросы ПГ относительно 1990 года, нужно каждые пять лет принимать все более и более амбициозные цели (ОНУВ) по сокращению выбросов и увеличению поглощений ПГ и неуклонно двигаться к достижению этих целей с таким расчетом, чтобы к середине века выйти в ноль, т.е. стать углеродно-нейтральными. Правда, при этом можно без ограничений засчитывать поглощения CO₂ в управляемых лесах и в других экосистемах, контролируемых человеком. С учетом этого полезно сравнить текущие выбросы ПГ с выбросами 2015 года. Но тогда получается неутешительный результат: без учета ЗИЗЛХ выбросы выросли на 8,4%, а с учетом ЗИЗЛХ – на 24,9%.

Новые цифры, старые тренды: сектор ЗИЗЛХ, в котором учитывается абсорбция CO₂ из атмосферы, не оправдывает ожиданий. Стратегия социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов ПГ делает ставку именно на увеличение поглотительной способности лесов (ведь по площади лесов Россия занимает первое место в мире!), а в реальности способность лесов накапливать углерод, выводя его из атмосферы, не растет, а наоборот, падает. Максимальный вклад сектора ЗИЗЛХ в уменьшение антропогенных выбросов ПГ пришелся на период с 2004 по 2009 гг., когда благодаря сектору ЗИЗЛХ удавалось нейтрализовать от 80% до 88,5% прироста выбросов ПГ от остальных секторов. Однако в последние годы эта доля неуклонно снижается. В 2024 г. сектор ЗИЗЛХ покрыл только 52,2% выбросов ПГ от других секторов. И это еще был не самый плохой год. Трижды за последние 10 лет эта доля не поднималась выше 50%, а в 2021 г. упала до 36,5%. С такими трендами цель достижения углеродной нейтральности к 2060 г. становится не ближе, а дальше. В 2015 г. для выхода в чистый ноль нам оставалось устранить или покрыть 817,5 Мт CO₂э, а в 2024 г. – уже 1021,3 Мт CO₂э., т.е. на 204 Мт CO₂э больше. В течение этого периода мы ни разу, ни в одном году не были ближе к чистому нулю, чем в 2015-м. Отсюда вопрос: не пора ли вернуться к Стратегии социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов ПГ, привести ее в соответствие с новыми данными учета выбросов и поглощений ПГ и пересмотреть заложенные в ней целевые показатели и приоритеты? (см. главу 4).

Энергетический сектор

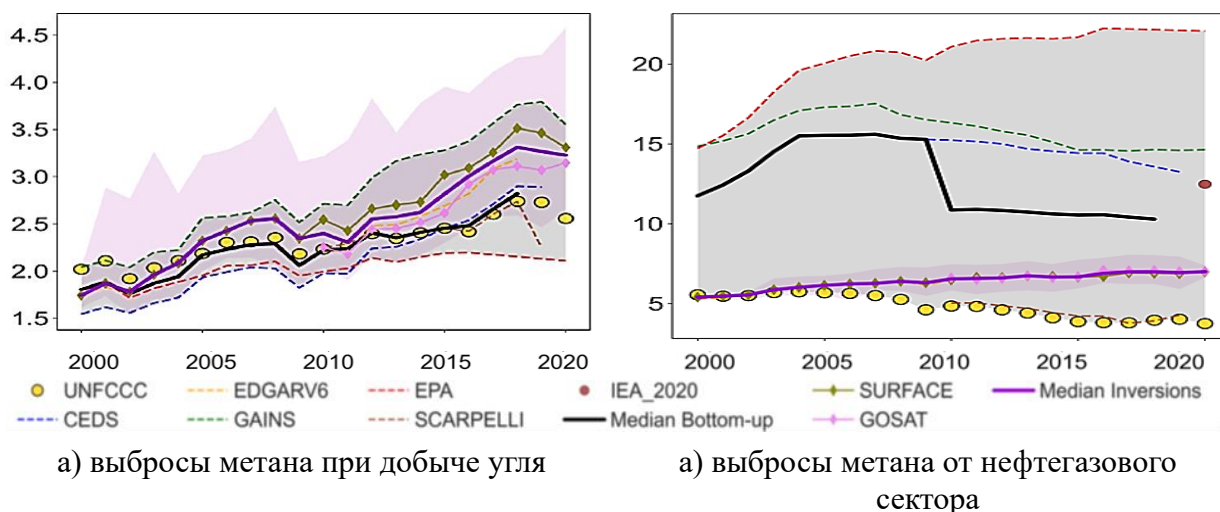
Надежные оценки выбросов от сжигания топлива не дают оснований для их заметных пересмотров в кадастрах за разные годы (см. раздел 2.2). Как было показано в разделе 2.2, оценки выбросов ПГ при сжигании топлива являются наиболее надежными, и масштабы их пересмотров – наименьшие среди прочих секторов. Одним из первых опытов оценки качества инвентаризации ПГ в НДК стала работа (Башмаков и Мышак, 2012), где были сформулированы следующие выводы. Сумма всех выбросов от всех источников в секторе «энергетика», оцененных в Национальном докладе, получилась довольно близкой к оценкам авторов. Наиболее значительные расхождения были получены для промышленности, транспорта и сферы услуг. Они были связаны с некорректным формированием Единого топливно-энергетического баланса (ЕТЭБ). МГЭИК рекомендует делать оценку выбросов ПГ в секторе «энергетика» на основе энергетических балансов. Предлагаемый Росстатом «Баланс энергоресурсов» не соответствует своему названию (Башмаков, 2013) и не позволяет использовать такую возможность. В НДК энергобаланс не приводится, поэтому ЦЭНЭФ-ХХІ использует сформированный им единый топливно-энергетический баланс (ЕТЭБ) (Башмаков 2024 и 2025). Эта схема формирования энергобаланса стала основой оценки повышения энергоэффективности в России согласно Приказу Минэкономки от 1 августа 2019 года № 471

1 «Об утверждении методики расчета энергоемкости валового внутреннего продукта
2 Российской Федерации и оценки вклада отдельных факторов в динамику энергоемкости
3 валового внутреннего продукта Российской Федерации» и базой для подготовки
4 Государственных докладов о состоянии энергосбережения и повышении энергетической
5 эффективности в Российской Федерации. В этом ЕТЭБ для России анализ проводится по
6 80 направлениям использования энергии. Позже по требованию Минэкономки России
7 функционал методики расчета энергоемкости DDHG был дополнен методикой оценки вклада
8 разных факторов в динамику выбросов от сектора «энергетика» (подробнее см. раздел 2.5 и
9 Башмаков и др., 2023; Bashmakov et al., 2023).

10 Оценки выбросов от сжигания топлива в секторе «энергетические отрасли», представленные
11 ЦЭНЭФ-XXI и в НДК, достаточно схожи. Различия минимальны для выбросов при
12 производстве электрической и тепловой энергии и более значимы для выбросов от
13 нефтепереработки и добычи топлива. Выбросы от сжигания топлива в «обрабатывающей
14 промышленности и строительстве» различаются только на 0,1%, однако по отдельным
15 направлениям использования энергии различия существенны, поскольку группировка видов
16 деятельности по промышленности осуществлена разными способами. Оценки эмиссии ПГ от
17 сжигания топлива в «прочих секторах» оказались близкими для жилищного сектора, но по
18 остальным секторам, как и в целом по «прочим секторам», расхождения довольно
19 значительны. Это объясняется различиями в определении объемов потребления топлива в этих
20 секторах. Оценки выбросов ПГ на транспорте в НДК и у ЦЭНЭФ-XXI существенно разошлись
21 по всем видам транспорта, за исключением трубопроводного. Однако расхождения в структуре
22 выбросов ПГ от сжигания топлива по секторам мало влияют на оценку их итоговых объемов.
23 Расхождения в оценках НДК и ЦЭНЭФ-XXI оказались существенно меньше, чем расхождение
24 этих оценок с оценками в зарубежных источниках (Башмаков и Мышак, 2012).

25 **Существенное снижение фугитивных выбросов в НДК за последние годы не отражено во**
26 **многих зарубежных источниках, которые дают кратно более высокие оценки выбросов.**
27 Анализ, проведенный Tibrewal et al. (2024) для ряда стран, включая Россию, показывает, что
28 выбросы от эксплуатации систем снабжения ископаемыми видами топлива крайне
29 неопределенны и что данные, представленные Россией в РКИК ООН, ниже оценок,
30 отраженных в других источниках. Если выбросы от систем углеснабжения попадают в
31 диапазон оценок других организаций, то в части выбросов от систем нефтегазового сектора
32 НДК дает самые низкие оценки, которые кратно ниже альтернативных оценок. Tibrewal et al.
33 (2024) отмечают, что корректировки оценок НДК по выбросам метана в системах
34 топливоснабжения в России существенно выше, чем в других странах. Они стали итогом
35 перехода на коэффициенты выбросов для развитых стран в системах добычи природного газа
36 в НДК за 2016 г., а в НДК за 2019 г. и по нефти на основе аргументов, что технологии в России
37 сопоставимы. По газу в НДК за 2019 г. был осуществлен переход от значений по умолчанию к
38 страновым значениям для систем газоснабжения. В итоге по фугитивным выбросам в НДК за
39 разные годы оценка выбросов за 2014 г. была снижена на 763 МтСО₂э. Это превышает
40 изменение оценки для нетто-стоков в ЗИЗЛХ в НДК 2024 г.

Рисунок 2.8 Расхождение оценок выбросов метана в системах топливоснабжения (Мт CH₄)



Источник: Tibrewal et al. 2024.

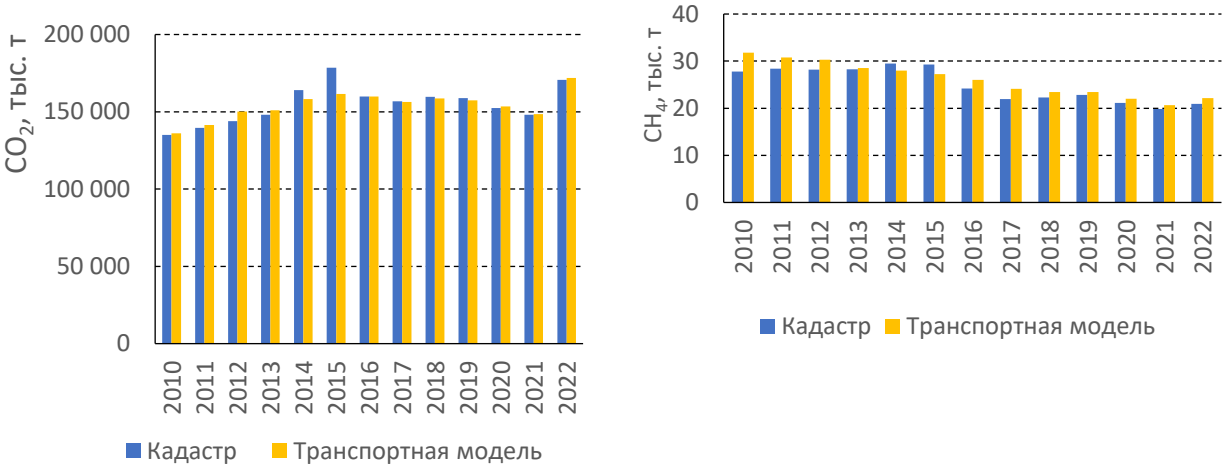
Транспорт

В целом по транспорту разброс оценок выбросов ПГ сравнительно узкий. Согласно НДК, суммарные выбросы ПГ от сжигания топлива в секторе «Транспорт» в 2024 г. составили 289 МтСО₂, из которых 285 МтСО₂ приходится на СО₂. К этому нужно добавить 70 МтСО₂ выбросов от утечек на трубопроводном транспорте. В сумме получается 359 МтСО₂. Согласно оценкам ЦЭНЭФ-ХХІ на модели МТФК-16-80-ПГ, выбросы от транспорта в 2024 г. составили 322-342 МтСО₂ (Башмаков и др., 2023). Выбросы только СО₂ составили 282 МтСО₂. Если же учитывать выбросы охвата 2, то выбросы ПГ от транспорта возрастают до 305 МтСО₂ (Башмаков и др., 2023).

Оценки выбросов ПГ автомобильным транспортом, приведённые в (НДК, 2023) и полученные на Транспортной модели и на модели МТФК-16-80-ПГ, хорошо согласуются. В НДК с 2015 г. оценка выбросов ПГ на транспорте осуществляется по методологии МГЭИК уровней 1, 2 и 3 с уровнем охвата 1 (прямые выбросы), т.е. выбросы, образующиеся при сжигании и испарении топлив мобильными источниками (транспортными средствами всех видов), за исключением внедорожных мобильных машин (ВММ) в сельском и лесном хозяйстве, строительстве, горнорудной промышленности, на аэродромах, выбросы ПГ от которых учитываются в других секторах. В кадастре для оценки выбросов ПГ по восходящему подходу (метод уровня 3) от автомобильного (дорожного) транспорта с 2015 г. используется общепризнанная компьютерная модель/программа COPERT. В качестве входных показателей для COPERT используется большой набор данных, характеризующих конструкцию отдельных марок, моделей, групп транспортных средств (ТС), видов топлива, а также условий их эксплуатации. Ранее значительное количество входных показателей принималось по умолчанию или с использованием достаточно грубых допущений, что снижало достоверность оценки выбросов ПГ. Для решения этой проблемы в 2023-2024 гг. в рамках ВИП ГЗ была разработана специализированная Транспортная модель (Trofimenko et al., 2025; Лытов, 2026), учитывающая национальные коэффициенты и аспекты расчетного мониторинга выбросов от автотранспорта за счет уточнения числа типов ТС по основным конструкционным и эксплуатационным показателям (численность и структура парка по видам топлива, экологическому классу, возрасту, среднегодовым пробегам, средней скорости движения,

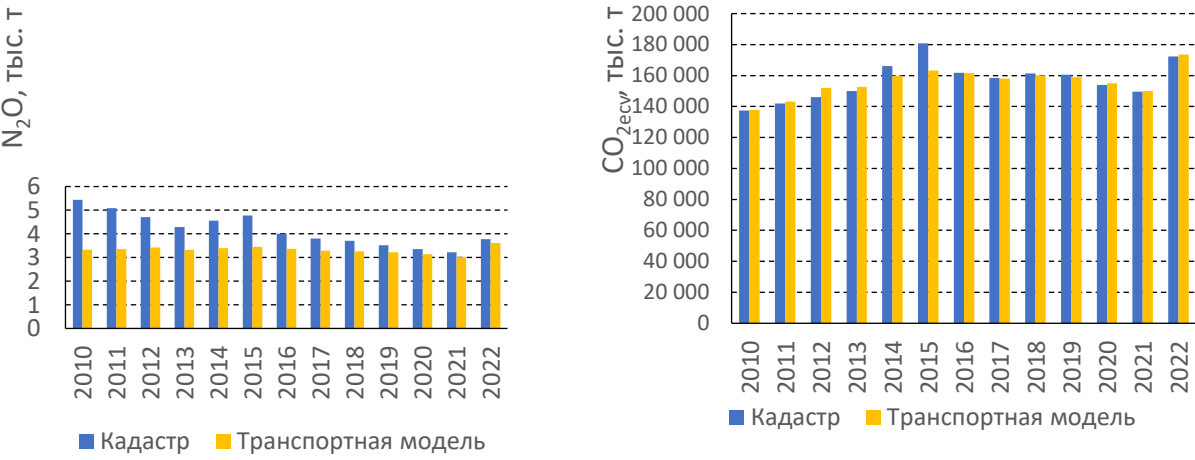
1 полной массе, рабочему объему двигателя и др.) в период 1990-2022 гг. Расчеты по
2 *Транспортной модели* велись одновременно как нисходящим методом (через топливные
3 балансы), так и восходящим методом (уровень 3). Сравнение оценок выбросов автомобильным
4 транспортом, приведённых в НДК (2023) и полученные на *Транспортной модели* дает
5 средневзвешенное отклонение для CO₂ 0,6% (рис 2.9). Исключением является 2015 г., для
6 которого разница равна почти 10%. Для других лет она не превышала 4,4%.

7 **Рисунок 2.9** Сравнение оценок валовых выбросов CO₂
8 автомобильным транспортом, приведённых в НДК (2023)
9 и полученных на *Транспортной модели*



а) выбросы CO₂

б) выбросы метана



в) выбросы N₂O

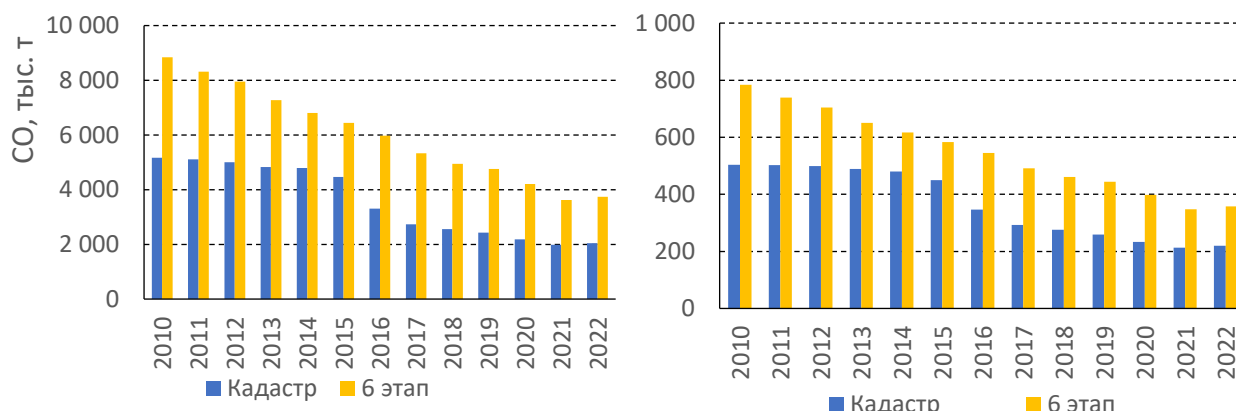
г) суммарные выбросы ПГ

10 **Источник:** авторы, НДК, 2023.

11 В НДК (2024) были актуализированы оценки прямых валовых выбросов ПГ (CO₂, CH₄, N₂O) и
12 газов-прекурсоров (CO, NO_x, NMVOC) дорожным транспортом (рис. 2.9). Медианное значение
13 разницы валовых выбросов CH₄ в НДК и в *Транспортной модели* в 2010-2022 гг. составляет
14 4,5 %. Во всем временном интервале значения валовых выбросов закиси азота по НДК

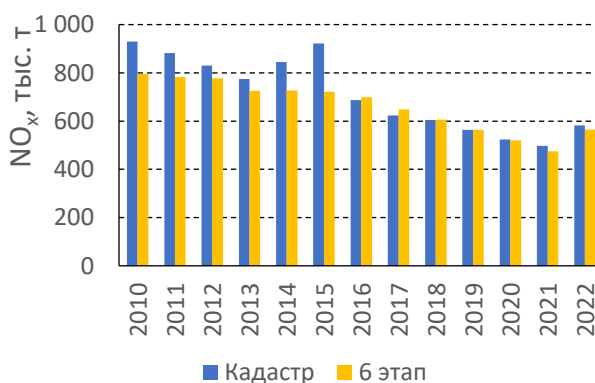
превышают значения по *Транспортной модели*. В 2010-2022 гг. оценки выбросов СО в отдельные годы отличались на 42-95%, а по NMVOC – на 29-71%. Причём оценки по *Транспортной модели* получаются более высокими. По выбросам NO_x согласованность оценок в 2016-2022 гг. возросла по сравнению с 2010-2015 гг. (максимальная разница составляет 4,6% в 2021 г.).

Рисунок 2.10 Выбросы прекурсоров автомобильным транспортом, приведённые в НДК (2023) и полученные в результате расчётов по *Транспортной модели*



а) выбросы СО

б) выбросы NMVOC



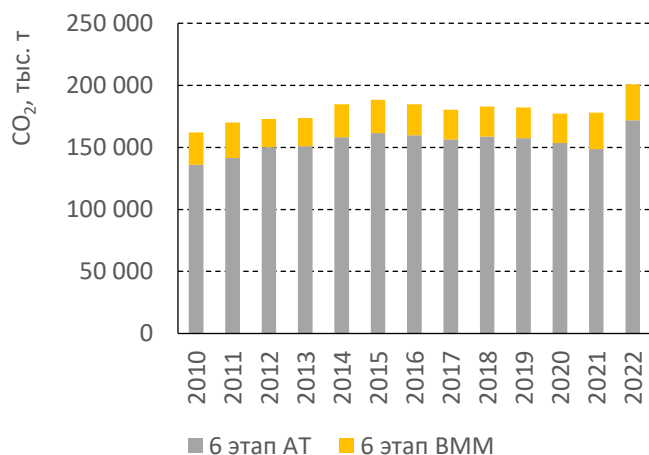
в) выбросы NO_x

Источник: авторы, НДК, 2023.

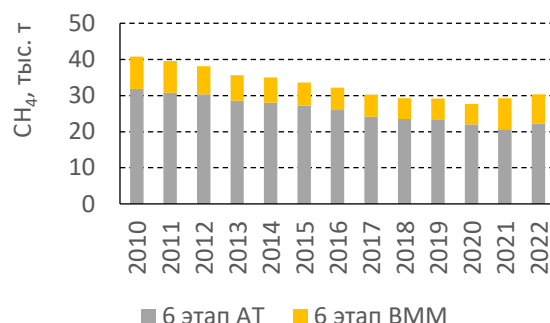
В *Транспортной модели* впервые проведена оценка выбросов ПГ и прекурсоров от внедорожного транспорта. Ранее внедорожная мобильная техника не рассматривалась в НДК как источник выбросов ПГ. Для оценки выбросов ПГ внедорожными машинами (строительно-дорожная техника, сельскохозяйственные и лесозаготовительные машины, горнорудная и аэродромная техника) (уровень 3) была использована методика (ЕМЕР/ЕЕА, 2023). Установлено, что доля вклада внедорожных мобильных машин в суммарные выбросы автомобильного и внедорожного транспорта как отдельных ПГ, так и в СО₂-эквиваленте в 2010-2022 гг. изменялась в разные годы от 13,5 до 16,1% (рис. 2.11). По газам-прекурсорах наблюдается несколько другая картина. По выбросам СО вклад ВММ в суммарные выбросы

1 автомобильного и внедорожного транспорта изменяется от 11,4 до 12,6 %; по выбросам NO_x –
2 от 19,6 до 23,8 %; по выбросам NMVOC – от 39,1 до 56,6 %.

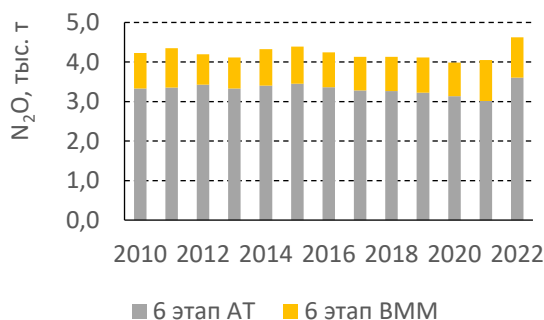
3 **Рисунок 2.11 Выбросы ПГ автотранспортом (АТ) и внедорожными**
4 **мобильными машинами (ВММ) (6 этап) в 2010-2022 гг.**



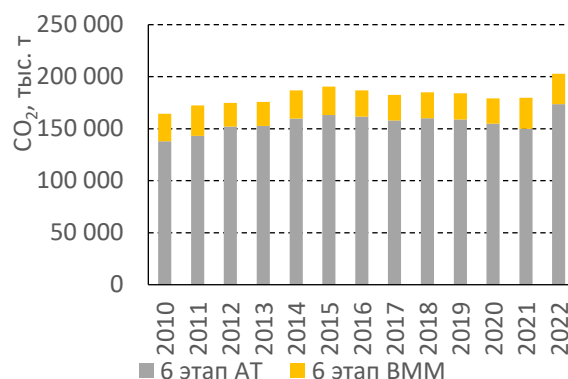
а) выбросы CO_2



б) выбросы метана



в) выбросы N_2O



г) суммарные выбросы ПГ, CO_2 /год

5 Источник: (Trofimenko et al., 2025), (Транспортная модель, 2026).

6 С использованием разработанных алгоритмов и программ, реализованных в *Транспортной*
7 *модели*, было выполнено восстановление временного ряда выбросов ПГ автомобильным
8 транспортом и внедорожной техникой в 1990-2009 гг. (Trofimenko et al., 2023, 2025; Лытов и
9 др., 2024, 2026; НДК 2024, 2025). В НДК (2026) временной ряд был продлен до 2024 г. с учетом
10 данных по численности парка ТС. На 2025 г. получена оценка, равная 209 Мт CO_2 (см. табл.
11 2.1). На модели ЦЭНЭФ-XXI МТФК-16-80-ПП, которая оценивает выбросы как на основе
12 данных о парке автомобилей, так и на основе данных о потреблении топлива, диапазон оценок
13 на 2024 г. равен 203-222 Мт CO_2 . НДК на 2024 г. дает оценку 229 Мт CO_2 .

Таблица 2.1 Динамика прямых валовых выбросов ПГ автомобильной техникой и внедорожными машинами в 1990-2025 гг.

Год	Численность парка АТ/ВММ, тыс. шт.	Потребление топлива, тыс. т/год	Валовые выбросы, т/год						
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO	NM VOC	NO _x	Приведённые выбросы ПГ
1990	16 802 449	50 690	160 280 250	44 384	4 546	8 991 549	1 708 068	1 048 789	162 744 697
	7 713 566	17 627,35	55 741 863	11 016	1 965	1 886 875	272 948	951 041	56 602 859
1995	23 218 296	34 782	109 698 596	35 185	2 781	8 981 721	1 083 256	932 325	111 406 988
	7 210 349	11 849,44	37 493 991	14 131	1 258	2 253 212	308 972	586 553	38 222 273
2000	29 052 147	25 905	81 506 705	27 829	2 064	8 164 425	772 804	797 803	82 817 376
	6 643 175	10 587,61	33 514 834	18 198	1 089	2 491 781	374 463	511 994	34 294 360
2005	35 695 304	32 115	100 991 294	31 318	2 654	9 525 433	854 981	881 393	102 565 178
	6 329 452	9 043,22	28 609 353	10 784	971	1 488 416	231 119	464 489	29 168 453
2010	43 678 874	43 261	136 001 821	31 802	3 330	8 837 602	796 227	783 721	137 789 128
	6 226 432	8 257,43	26 118 569	8 967	896	1 160 986	194 052	424 284	26 609 758
2015	53 587 623	51 332	161 544 795	27 222	3 449	6 443 063	720 999	583 124	163 253 186
	6 132 666	8 439,99	26 684 725	6 335	944	729 240	144 909	434 149	27 124 363
2020	58 549 686	49 055	153 388 178	21 999	3 134	4 212 569	519 140	397 951	154 872 097
	6 180 854	7 567,2	23 923 559	5 621	854	610 918	127 037	383 703	24 318 471
2025*	61 096 223	58 426	178 426 699	24 751	3 653	3 301 272	528 690	319 519	180 134 140
	6 276 248	9 621,84	30 422 515	8 706	1 081	868 139	188 348	457 856	30 962 354

*) – прогнозные оценки по Транспортной модели.

Источник: Трофименко и др., 2025, Транспортная модель, 2026.

Производство азотной кислоты

В российской инвентаризации парниковых газов выбросы рассчитываются с использованием неизменного для 1990-2024 гг. коэффициента удельных выбросов 2 кг N₂O/т азотной кислоты. Этот коэффициент был предложен в *Руководящих принципах инвентаризации МГЭИК 2006 года* для предприятий, использующих неселективное каталитическое восстановление (технология NSCR). В пересмотренном МГЭИК в 2019 г. *Руководстве* (IPCC, 2019) это значение соответствует нижней границе диапазона по позиции «установки с двумя давлениями (средним и высоким), на которых N₂O разрушают в процессе синтеза или в остаточном газе».¹⁰

Используемый в национальной инвентаризации коэффициент удельных выбросов базируется на неадекватном допущении, что абсолютно на всех российских агрегатах по производству азотной кислоты применяется технология высокотемпературного неселективного восстановления окислов азота (NSCR). В этом случае, как в соответствии с *Руководящими принципами МГЭИК* от 2006 г., так и с *Приказом Минприроды России № 371*, необходимо применять коэффициент удельных выбросов при производстве азотной кислоты 2 кг N₂O/т HNO₃. В пересмотренных в 2019 г. *Руководящих принципах МГЭИК* (IPCC, 2019) для двухрежимных агрегатов (установок со средним и высоким давлениями) с неселективным восстановлением окислов азота природным газом приведен диапазон удельных выбросов от 2 до 3 кг N₂O/т HNO₃. Для агрегатов по производству азотной кислоты, где применяется

¹⁰ 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 3: Industrial Processes and Product Use. Chapter 3. Chemical industry emissions. 3.3 Nitric acid production.

технология NSCR, содержание N_2O в выхлопных газах невелико, и поэтому дополнительной очистки не требуется. В агрегатах азотной кислоты, использующих технологию SCR, содержание N_2O в выхлопных газах может достигать 1200 м. д., и в этом случае необходима дополнительная очистка от NO_x . Использование в качестве среднего значения для России коэффициента 2 кг N_2O /т HNO_3 некорректно, так как с 2012 г. на среднетоннажных и малотоннажных агрегатах осуществлялась реконструкция, включавшая их перевод на низкотемпературную селективную очистку выхлопных газов аммиаком (технология SCR).¹¹ Основными источниками выбросов N_2O для производств азотной кислоты в Российской Федерации являются агрегаты УКЛ-7, 1/3,5, АК-500 и АК-72М, использующие технологию SCR. Для агрегатов азотной кислоты, работающих на двух режимах (высокое/среднее давление или низкое/среднее давление) и использующих технологию SCR, коэффициенты выбросов N_2O равны следующим величинам: для агрегатов АК-72М – 8,1-8,3 кг N_2O /т HNO_3 (средние значения между 7,5 и 9 кг N_2O /т HNO_3 ; для агрегатов 1/3,5 – 6,3-7,0 кг N_2O /т HNO_3 (средние значения между 5 и 7,5 кг N_2O /т HNO_3).

В НДК оценки выбросов N_2O при производстве азотной кислоты в Российской Федерации занижены в 3,5-4 раза. Альтернативные оценки дают диапазон удельных выбросов от 2,7 до 13,8 кг N_2O /т HNO_3 , а суммарных – 23-25 Мт CO_2 против 6 Мт CO_2 в НДК 2026 (см. табл. 2.1). В ИТС 2-2022 «Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот» задан диапазон 8,3-10,8 т CO_2 -экв/т HNO_3 . Используя техническую классификацию российских заводов по производству азотной кислоты и набор коэффициентов выбросов, предложенный в уточненной версии МГЭИК 2019 года, **Малявин (2021)** рассчитал диапазон оценок удельных выбросов для России: 8–13,8 кг N_2O /т (со средневзвешенным коэффициентом 8,05 N_2O /т), что в 3-6 раз выше оценки в НДК. Оценку Малявина использует также **Öko-Institut (Jörß et al., 2023)**. Оценка удельных выбросов для России в размере 8,05 кг N_2O /т HNO_3 основана на некорректном допущении, что абсолютно на всех российских агрегатах азотной кислоты применяется технология низкотемпературной селективной очистки выхлопных газов аммиаком (технология SCR), хотя в период 2013-2024 гг. эта технология применялась в России только на среднетоннажных и малотоннажных агрегатах (УКЛ-7, АК-500 и 1/3,5). Из крупнотоннажных агрегатов на технологию SCR переведен только один агрегат АК-72М. На базе данных о параметрах российских агрегатов ЦЭНЭФ-XXI оценил средние по России удельные выбросы закиси азота при производстве 1 т HNO_3 равными 6,8–7 кг N_2O /т HNO_3 (1,81-1,85 т CO_2 -экв/т HNO_3) для 2024 г. **Fertilizers Europe (2024)** оценивает удельные выбросы от производства азотной кислоты в России в 5,6 кг N_2O /т. В нормативной базе по СВМ для России используется вмененное значение прямых выбросов 10,2 кг N_2O /т (**European Commission, 2025**).

Таблица 2.2 Сравнение оценок выбросов N_2O при производстве азотной кислоты в Российской Федерации в 2013-2025 гг.

Год	НДК		Оценки по коэффициентам				База данных EDGAR8	
			Приказа Минприроды России № 371		Руководящих принципов МГЭИК 2019 г.			
	тыс. т N ₂ O	млн т CO _{2экв}	тыс. т N ₂ O	млн т CO _{2экв}	тыс. т N ₂ O	млн т CO _{2экв}	тыс. т N ₂ O	млн т CO _{2экв}
2013	15,6	4,1	50,2	13,3	51,4	13,6	62,3	16,5
2014	15,3	4,0	49,2	13,0	50,4	13,4	61,0	16,2

¹¹ Технология NSCR: высокотемпературное неселективное восстановление окислов азота происходит при температурах 700-780°C. При этом в качестве восстановителя используется, как правило, природный газ. Технология SCR: низкотемпературное селективное каталитическое восстановление окислов азота происходит при температурах 280–330°C. При этом в качестве восстановителя применяется аммиак.

2015	16,6	4,4	53,5	14,2	54,9	14,5	66,4	17,6
2016	17,4	4,6	56,0	14,8	57,4	15,2	69,5	18,4
2017	18,3	4,8	59,0	15,6	60,5	16,0	73,2	19,4
2018	18,0	4,8	58,2	15,4	59,6	15,8	72,2	19,1
2019	19,1	5,1	61,7	16,3	63,2	16,8	76,5	20,3
2020	20,7	5,5	66,6	17,6	68,3	18,1	82,6	21,9
2021	20,6	5,5	70,5	18,7	72,2	19,1	82,6	21,9
2022	21,9	5,8	74,7	19,8	76,5	20,3	87,5	23,2
2023	22,2	5,9	75,7	20,1	77,5	20,5	88,7	23,5
2024	22,34	5,9	87,7	23,2	89,8	23,8	91,8	24,3
2025							94,8	25,1

- 1 Источники: НДК, 2026; EDGAR Emissions Database, 2026; расчеты ЦЭНЭФ-XXI по коэффициентам Приказа
2 Минприроды России № 371 и Руководящих принципов МГЭИК 2019 г.

3 **Обоснованность пересмотра выбросов и стоков в секторе ЗИЗЛХ**

4 Ввиду того, что информация по поглощению углерода лесами в России фактически мало
5 увязана с реальными данными по запасам углерода в лесах, дать объективное
6 заключение об обоснованности пересмотра выбросов и стоков в секторе ЗИЗЛХ
7 достаточно сложно. До 2024 г. российские национальные кадастры ПГ основывались на
8 общих принципах и подходах к отчетности МГЭИК и ежегодно дорабатывались и
9 совершенствовались по мере возможности. В 2022 г. стартовал важнейший инновационный
10 проект государственного значения «Единая национальная система мониторинга
11 климатически активных веществ» (ВИП ГЗ), целью которого было совершенствование и
12 уточнение показателей и методологии учета выбросов и поглощения ПГ. Проект ВИП ГЗ
13 курировало Министерство экономического развития Российской Федерации. Результаты
14 проекта должны позволить получить объективные данные о региональных изменениях
15 климата, потоках ПГ в наземных экосистемах, в том числе о поглотительной способности
16 российских экосистем. В рамках ВИП ГЗ научный консорциум «РИТМ углерода» провел
17 детальную оценку запасов углерода в лесах и других наземных экосистемах, подготовил
18 прогноз динамики основных пулов углерода и потоков ПГ при различных сценариях
19 землепользования и изменения климата, запустил сеть мониторинга для оценки запасов
20 углерода и его поглощения в лесах и других наземных экосистемах России. Определенным
21 достижением ВИП ГЗ стало первое за всю историю отчетности Российской Федерации
22 официальное зонирование территории РФ в НДК-2024 (рис. 2.х):

- 23 • Зона 1 – использование преимущественно данных дистанционного зондирования Земли
- 24 (ДЗЗ);
- 25 • Зона 2 – использование данных наземных обследований лесов (в том числе
- 26 Государственной Инвентаризации Лесов (ГИЛ).



Рис. 1.

Зонирование территории РФ в Нацкадастре-2024 по применению данных ГИЛ и ДДЗ для оценки чистого поглощения ПГ. Зона 1 – использование преимущественно данных ДДЗ, Зона 2 – использование данных наземных обследований лесов (в том числе ГИЛ)

Источник: Нацкадастр-2024. Составлено д.т.н. С.А. Баргалевым (Институт космических исследований РАН).

- 2
- 3 Результаты ВИП ГЗ, учитывающие результаты Государственной инвентаризации лесов (ГИЛ),
 4 свидетельствуют о значительном повышении оценки поглощения CO₂ управляемыми лесами
 5 (табл. 2.х). В НДК-2024 были произведены пересчеты выбросов и поглощений ПГ, а также
 6 внесены усовершенствования, в том числе связанные с методиками расчетных оценок.
 7 Причины изменения ряда показателей связаны с введением новых национальных
 8 коэффициентов выбросов, полученных в рамках проекта ВИП ГЗ.

Таблица 2.3 Пересчет значений параметров, используемых при оценке нетто-поглощения в секторе ЗИЗЛХ в НДК-2024 по сравнению с НДК-2023

№	Параметры	Значение выбросов / поглощений, млн т CO ₂ -экв.		
		Нацкадастр-2023	Нацкадастр-2024	Разница
1	Комбинация данных Рослесхоза и данных ДЗЗ, нетто-поглощение в лесах с учетом кустарников (постоянные и переводные лесные земли)	-706,5	-956,1	-249,7
1.1	Ежегодные площади гибели лесов от пожаров на основе комбинации данных Рослесхоза и ДЗЗ	255,9	347,6	91,7
2	Площадь осушенных торфяников, используемых в сельском хозяйстве	115,0	34,4	-80,6
3	Изменение запасов углерода в переходящих запасах зерна	-	-7,7	-7,7
4	Площади управляемых резервных лесов	0	-1,335	-1,3
5	Площади редины (лесные земли)	0	-29,536	-29,5
6	Площади колхозных лесов (лесные земли)	0	-15,520	-15,5
7	Заготовленные лесоматериалы (уточнены полупериоды срока службы древесных панелей и бумажных изделий)	2,4	-4,8	-7,2
8	Оценка изменений запасов углерода при переводе управляемых земель в неуправляемые луга (впервые выполнена в 2024 г.)	0	-12,8	-12,8
9	Уточнение периода изменений в мертвом органическом веществе для земель, переведенных в луговые земли	-2,1	-32,8	-30,7
10	Уточнение периода изменений в органическом веществе почв для земель, переведенных из луговых в пахотные земли	20,9	0,02	-20,7
11	Уточнение матрицы земель для 2021 г.			-1

Источники: Нацкадастр-2023; Нацкадастр-2024.

Источник: **Шварц и др., 2025**.

Доминирующий вклад в повышение поглощений в ЗИЗЛХ внес пересчет поглощений в лесах с использованием комбинации данных ГИЛ и ДДЗ на части территории РФ вместо используемых ранее данных Государственного лесного реестра (ГЛР), а также учет поглощения рединами (относятся к непокрытым лесом землям и включают насаждения с полнотой ниже 0,3), управляемыми резервными лесами и частично лесами на землях сельскохозяйственного назначения. Существенно меньший вклад и с обратным знаком внесла переоценка площади гибели лесов от пожаров (комбинация данных Рослесхоза и данных ДДЗ на основе перехода к представлению не сглаженных (скользящих среднегодовых), а ежегодных значений лесных пожаров. Также замечен вклад в увеличение стоков для осушенных торфяников, используемых под пахотные и кормовые угодья, в результате использования обновленных данных Минсельхоза России.

Сравнение материалов российской углеродной отчетности в РКИК за 2019 год с другими оценками поглощения углерода лесами показывает, что и ранее российская углеродная отчетность в РКИК показывала сравнительно более высокие оценки нетто-стока углерода (0,185 тС/га), чем у таких лесопромышленных держав, как Канада (0,147 тС/га), Финляндия (0,157 т С/га) или Швеция (0,165 т С/га). Однако международный коллектив ученых из ИААА (Schepaschenko et al., 2021) на базе первых результатов ГИЛ оценил для России удельные нетто-стоки почти в 2 раза выше. Новый показатель нетто-стока для России был повышен в 2 раза и стал соответствовать этой оценке.

В мире сосуществуют два основных подхода к оценке запасов древесины и, соответственно, углерода в лесах. Первый (традиционный, консервативный) подход, опирающийся на традиционную инвентаризацию лесов, имеет существенный недостаток –

высокую зависимость от качества стартовых данных моделирования (т. е. качества инвентаризации) и трудности учета процессов сукцессии и адаптации экосистем к новым условиям. Данный подход отражает стационарную динамику древостоев, которая является лишь частью реальности. Эти модели, как правило, описывают тенденцию к снижению поглотительной способности лесов. Даже при регулярном обновлении инвентаризационных данных прогностическая часть модели не может учитывать изменчивости и адаптации лесного покрова. Другой частью «спектра» моделирования баланса углерода являются модели, опирающиеся на определение типов леса и прироста фитомассы дистанционными методами. Такие модели часто тяготеют к завышению поглощающей способности ландшафтного покрова. Так, модель глобальных потоков углерода в лесной растительности World Resources Institute [Harris et al, 2021] дает для территории Канады среднее за 20 лет поглощение 4320 МтСО₂ в год (и еще больше – для территории РФ). Для России модели, которые опираются на использование дистанционной информации и измерения систем FLUXNET, образуют диапазон в 1800–2500 МтСО₂/год. Публикация, опирающаяся на комбинацию данных первого цикла государственной инвентаризации лесов (ГИЛ) в 2007–2020 гг. и данных дистанционного зондирования [Schepaschenko et al., 2021], дает «промежуточную» оценку в ~1270 МтСО₂/год. При этом разнонаправлен и тренд: стационарные модели дают снижение поглощающей способности лесов, тогда как исследования глобального и регионального масштабов на основе ДДЗ показывают увеличение скорости роста биологической продукции и адаптацию лесных экосистем к росту содержания СО₂ в атмосфере (Кренке и др., 2021).

Существующая лесохозяйственная практика имеет близкий к нулевому (на горизонте 50 и более лет) или даже отрицательный баланс углерода по сравнению с так называемой «базовой линией» – естественным лесовосстановлением (самозаращением) – [Шанин и др., 2022]. Ограничение 45 годами максимального срока реализации ЛКП в решениях COP-26 UNFCCC также требует изменения практик лесовосстановления, в первую очередь перехода на лиственные и смешанные квази-естественные многовидовые культуры с максимальным запасанием углерода за более краткий период, чем возраст рубки хвойных насаждений [Chomel et al., 2014; Liu et al., 2018].

В опубликованной в 2025 году работе Nesterenko et al. (2025) было показано, что если учитывать поглощение углерода в качестве индикатора качества лесопользования, то количество генерированных черной ольхой и березой углеродных единиц может быть в два раза больше и в 3-5 раз дешевле, чем в случае сосны и ели, на восстановление которых направлено абсолютное большинство усилий и расходов бюджетов в лесном хозяйстве. Фактически, работа Nesterenko et al. (2025) закладывает потенциальную базу для перехода к использованию показателей поглощения углерода для управления лесами, которые не находятся в лесопромышленной аренде.

Таблица 2.4 Carbon efficiency of afforestation projects with different tree species

Tree Species	Tree Rotation Period (Years)	Discounted Planting Costs (RUR) / (US dollars)*	Total Carbon Units Generated	Carbon Units per 1000 RUR of Investment/ 1000 US dollars of Investment*
Black alder	40	718,612.29/ 8,166.05	7164	9,97 / 877,3
Birch	40	718,612.29/ 8,166.05	8089	8,08 / 990,6
Larch	40	1,148,431.41/ 13,050.36	7693	6,7/ 589,5
Birch + Pine	40	1,731,472.44/ 19,675.82	6256	3,61/ 317,9
Birch + Spruce	40	1,816,132.36/ 20,637.87	6477	3,57/ 313,8
Spruce	40	2,807,276.77/ 31,900.87	6160	2,19/ 193,1
Pine	40	1,939,573.04/ 22,040,6	3517	1,81/ 159,6

Источник: Nesterenko et al., 2025. Оценка стоимости в долларах была рассчитана в работе Shvarts et al., 2026 с учетом рекомендации авторов оригинальной публикации.

2.6 Драйверы динамики выбросов ПГ и оценка влияния мер политики

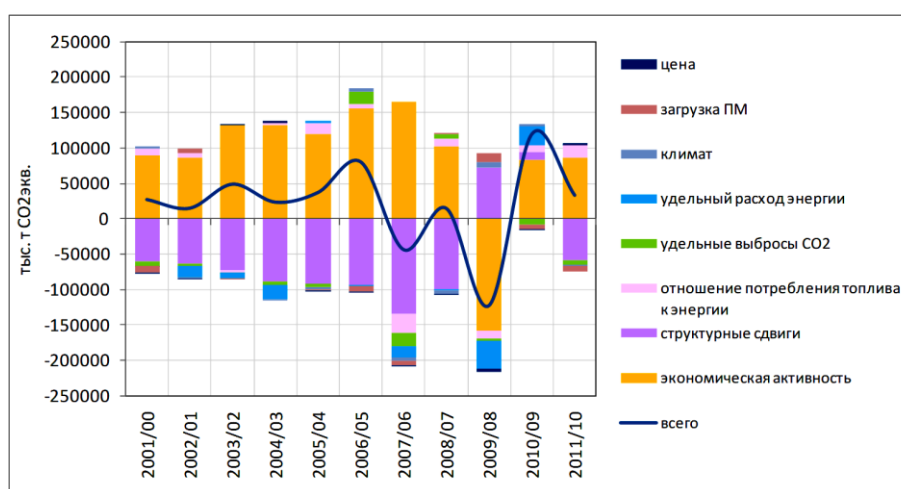
Для выявления вклада факторов, определяющих динамику выбросов ПГ, активно используются методы декомпозиционного анализа, которые базируются на экономической теории индексов. На эту тему опубликованы сотни статей. Традиционной схемой декомпозиции выбросов ПГ в секторе «энергетика» является тождество Кайи (Kaya, 1990; Lamb et al., 2021; Dhakal et al., 2022), согласно которому выбросы ПГ равны произведению численности населения, ВВП на душу населения, энергоемкости ВВП и углеродоемкости энергии. Для оценки их вклада используются разные методы и подходы, но преимущество отдают среднелогарифмическому индексу Дивизиа (LMDI) по причине его гибкости и большей теоретической адекватности (Ang and Choi, 1997; Ang and Lue, 2001; Ang et al., 2010; Choi and Ang, 2012). В России долго не было исследований по оценке вклада разных факторов в динамику выбросов ПГ, но в 2012 г. была создана первая система для анализа факторов динамики энергоемкости ВВП и выбросов ПГ (Башмаков и Мышак, 2012а и 2012б; Bashmakov and Myshak, 2014). В работе (Башмаков и Мышак, 2012а) такая схема анализа применялась для оценки вклада драйверов выбросов ПГ в секторе «энергетика» на данных национального кадастра за 1990-2011 гг. с использованием традиционного тождества Кайи. Однако в тождестве Кайи фактор энергоэффективности не разделяет вклад технологических усовершенствований, структурные сдвиги, изменение загрузки производственных мощностей, а также изменение климата (градусо-сутки отопительного периода – ГСОП). Наличие источников выбросов, не связанных со сжиганием топлива, в ряде секторов также ограничивает ценность этого тождества (Bashmakov et al., 2022). Поэтому в (Башмаков и Мышак, 2012а) использовались более сложные схемы, позволяющие оценить вклад 8 факторов в годовую динамику выбросов трех ПГ от сжигания топлива, а также от технологических выбросов и утечек на основе сформированного ЦЭНЭФ-XXI ЕТЭБ за 2000-2011 гг. Основные выводы, полученные в этой работе, приведены ниже.

Различные меры политики по снижению выбросов (рамочные и специальные, см. главу 5) позволили в 2000-2011 гг. снизить выбросы ПГ в секторе «энергетика» на 40% по сравнению с базовой линией. Это разительно контрастирует с широко распространенным мнением, что главной причиной снижения выбросов в России стал экономический кризис. Если в качестве базовой линии для 2000-2011 гг. задать равномерный экономический рост во всех (из 44 рассмотренных) видах деятельности при отсутствии прогресса в снижении удельных расходов энергии и снижении удельных выбросов на единицу энергии, то в 2011 г. выбросы ПГ в секторе «энергетика» превысили бы уровень 1990 г. на 3,6%. Однако в действительности в 2011 г. они оставались ниже этого уровня на 36%. Нейтрализация прироста выбросов была обеспечена факторами, которые их снижали: структурные сдвиги, повышение энергоэффективности и рост загрузки производственных мощностей.

Политика структурного реформирования российской экономики (рамочные меры) внесла основной вклад в торможение динамики выбросов ПГ в 2000-2011 гг. и обеспечила практический «декаплинг» при высоких темпах роста экономики России. Основную компенсирующую роль играл структурный фактор (рис. 2.х). Каждый процент изменения ВВП сопровождался изменением выбросов ПГ в секторе «энергетика» только на 0,35%, поскольку основными источниками выбросов являются сектора, слабо подверженные циклическим

колебаниям экономической конъюнктуры: отрасли ТЭК, жилищный сектор и автомобильный транспорт. При падении ВВП структурный фактор замедляет снижение выбросов ПГ, а при росте ВВП, напротив, замедляет их повышение. Эффект влияния циклических факторов усиливается при учете колебаний загрузки производственных мощностей: при ее падении в фазе кризиса удельные расходы энергии, а вслед за ними и удельные выбросы, растут, а при снижении – наоборот, падают. Важный вклад внесло повышение энергоэффективности. Фактор удельной углеродоемкости первичной энергии в очень ограниченной степени влиял на динамику эмиссии, поскольку рост доли топлива в потреблении первичной энергии практически перекрыл действие фактора снижения выбросов ПГ на единицу потребляемого топлива за счет роста доли природного газа и вытеснения угля из энергобаланса.

Рисунок 2.13 Вклад восьми факторов в годовую динамику выбросов трех ПГ от сжигания топлива, а также от технологических выбросов и утечек



Источник: Башмаков и Мышак, 2012а.

Действительность опровергла ложный тезис о том, что сдерживание выбросов CO₂ чревато для России потерями экономического роста. Если бы в 2006-2008 гг. российская экономика росла без перегрева (примерно на 5% в год), не стараясь воплотить другой ложный тезис о возможности удвоения ВВП за 7 лет, то, возможно, прироста выбросов CO₂ и ПГ в целом в 1998-2011 гг. в России не было бы вовсе.

По заказу Минэкономразвития России в 2019 году ЦЭНЭФ-XXI создал и затем за несколько лет развил новую версию российской системы учета повышения энергоэффективности и выбросов парниковых газов в секторе «энергетика» (МТФК-16-80-ПГ).¹² В ней нашло свое развитие применение методов декомпозиционного анализа при оценке вклада отдельных факторов в динамику выбросов ПГ¹³ (Башмаков и др., 2023;

¹² 16 секторов и 80 видов экономической деятельности (подсекторов). Только 12 видов деятельности (с выпуском большой номенклатуры продукции) представлены физическими индексами производства. Остальные 68 видов деятельности представлены натуральными физическими показателями. Lee and Kim (2021) пришли к выводу, что вклад технологического фактора «кажется переоцененным, если анализировать его без показателей физического объема производства».

¹³ Важным преимуществом МТФК-16-80-ПГ по сравнению с зарубежными аналогами являются: оперативность (появление результатов через 8-9 месяцев после окончания календарного года); высокий уровень детализации (рассмотрение 16 секторов, 80 видов экономической активности и 9 факторов); полное соответствие

1 **Bashmakov et al., 2023**). Эта система предназначена для мониторинга прогресса в области
2 энергоэффективности в 16 секторах и 80 видах экономической деятельности с оценкой вклада
3 7 факторов. Она также используется для мониторинга прогресса в сфере контроля за
4 выбросами ПГ в секторе «энергетика» с оценкой вклада 9 факторов (**МЭР РФ, 2019**).

5 Модель МТФК-16-80-ПГ оценивает вклад факторов в динамику выбросов ПГ от сектора
6 «энергетика» в шести режимах: комбинации выбросов CO₂ или трех ПГ (CO₂, CH₄ и N₂O) с
7 включением или исключением выбросов от утечек и при расчете по прямым выбросам или с
8 разнесением косвенных выбросов ПГ по секторам конечного потребления электрической и
9 тепловой энергии. Максимальное число факторов для экономики в целом равно 9. Сравнение
10 оценки выбросов ПГ в секторе «энергетика» по модели МТФК-16-80-ПГ с данными НДК дает
11 близкие результаты.

12 Влияние мер политики на динамику выбросов отражают:

- 13 • рамочные меры и меры структурных преобразований:
 - 14 ○ изменение структуры за счет неравномерного развития секторов;
 - 15 ○ изменение структуры экономической активности в составе отдельных секторов;
- 16 • специальные меры политики:
 - 17 ○ технологический фактор, отражающий изменение уровня энергоэффективности для
 - 18 отдельных видов экономической деятельности;
 - 19 ○ факторы изменения пропорций энергобаланса: углеродоемкость ископаемых видов
 - 20 топлива, например, рост доли природного газа, и изменение доли ископаемых видов
 - 21 топлива за счет изменения вклада безуглеродных источников энергии.

22 Для секторов конечного потребления энергии вклад технологического фактора более
23 адекватно отражает расчет по сумме прямых и косвенных выбросов ПГ. В этом случае
24 выбросы ПГ от производства и распределения электрической и тепловой энергии разнятся
25 по секторам, где эти энергоносители используются, что позволяет учесть эффекты повышения
26 эффективности их использования в секторах конечного потребления энергии. Результаты
27 оценки вклада отдельных факторов по экономике в целом и по отдельным секторам показаны
28 в табл. 2.х.

29 **В целом по сектору «энергетика» вялые меры политики декарбонизации за последнее**
30 **десятилетие привели к тому, что выбросы ПГ росли быстрее, чем это определялось**
31 **наращиванием экономической активности.** Структура экономики менялась в пользу более
32 углеродоемких секторов, но этот эффект перекрывался изменением структуры в составе
33 секторов в пользу менее углеродоемких видов деятельности. Повышение
34 энергоэффективности за счет внедрения новых технологий не ограничивало рост выбросов из-
35 за невнятной политики в сфере повышения энергоэффективности. Сдвиги в балансе
36 потребления ископаемых видов топлива в пользу природного газа сдерживали рост выбросов,
37 но влияние этого фактора перекрывалось ростом доли ископаемых видов топлива в балансах
38 потребления энергии во многих секторах. Именно этот фактор и обусловил опережающий рост
39 выбросов ПГ по сравнению с наращиванием экономической активности.

экономической активности и соответствующего ей уровня потребления энергии за счет формирования ЕТЭБ в рамках самой модели МТФК-16-80-ПГ; возможность получать результаты по четырем метрикам энергоемкости ВВП и по шести метрикам оценки выбросов ПГ, включая утечки, и расчеты как по прямым, так и по сумме прямых и косвенных выбросов ПГ.

1 Таблица 2.5 Вклад факторов в изменение выбросов трех ПГ от сектора «энергетика»
2 с учетом утечек и при разнесении косвенных выбросов по секторам
3 конечного потребления энергии в 2015-2024 гг.

Годы	Всего	Экономи- ческая актив- ность	Структура на уровне секторов	Структура на уровне подсек- торов	Техноло- гический фактор энерго- эффектив- ности	Климат	Загруз- ка ПМ	Благоуст- ройство и обеспечен- ность	Углеродо- емкость ископа- емых видов топлива	Доля ископа- емых видов топлива
Вся экономика										
2016/2015	98 321	3 079	38 209	-14 022	43 967	5 953	- 317	23	3 076	18 353
2017/2016	-9 425	29 651	- 614	- 628	-13 330	-2 601	-1 073	- 247	-33 808	13 225
2018/2017	40 859	45 768	2 711	-13 837	-54 729	3 011	- 589	- 104	15 123	43 505
2019/2018	-31 013	36 056	-24 784	-6 625	11 231	-9 029	- 727	41	2 017	-39 192
2020/2019	-69 328	-43 265	-14 579	-15 365	15 631	-1 888	1 357	40	13 612	-24 870
2021/2020	99 457	88 453	16 660	2 049	3 362	10 941	-1 109	- 155	-37 521	16 775
2022/2021	13 635	-35 123	31 528	-8 631	5 070	-4 954	- 218	461	-18 850	44 351
2023/2022	2 622	71 015	-30 270	-9 759	5 938	-3 486	- 644	- 24	-3 461	-26 685
2024/2023	17 966	84 503	-39 010	-16 861	23 363	- 924	- 123	- 184	-72 318	39 519
2024/2015	142 505	124 620	49 130	-57 058	11 201	1 434	-2 676	59	-56 351	72 148
Производство и распределение электроэнергии										
2016/2015	10 685	8 739		-1 764	3 914				1 371	-1 576
2017/2016	-5 479	1 230		911	-11 431				- 795	4 607
2018/2017	1 613	7 595		1 573	-8 782				-2 320	3 547
2019/2018	-4 607	2 302		- 68	-8 593				-1 808	3 560
2020/2019	-33 186	-11 018		-24 016	- 939				2 451	336
2021/2020	31 531	23 696		11 521	5 267				-6 711	-2 242
2022/2021	17 706	3618		8 248	2 814				4 155	-1 128
2023/2022	12 346	4027		3 864	10 191				-1 569	-4 168
2024/2023	17 429	11803		4 167	8 024				-3 402	-3 163
2024/2015	48 039	51 992		4 436	465				-8 628	-226
Производство и распределение тепловой энергии										
2016/2015	17 890	4 187		4 046	4 187				- 135	-1 488
2017/2016	-14 090	21 863		-9 412	21 863				-1 842	-21 826
2018/2017	6 407	-42 978		2 790	-42 978				-3 066	39 100
2019/2018	-10 161	36 798		-5 696	36 798				1 496	-32 626
2020/2019	-6 123	21 531		-5 618	21 531				1 981	-18 856
2021/2020	31 210	5 302		6 537	5 302				1 038	-5 339
2022/2021	-10 905	-22 598		17 063	-22 598				261	19 585
2023/2022	-7 030	11 798		-14 242	11 798				-3 282	-10 784
2024/2023	-8 019	5 086		-1 239	5 086				-12 838	-5 175
2024/2015	-821	17758		-5772	40 989				-16387	-37409
Добывающая промышленность*										
2016/2015	16 367	5 309		536	19 932	788	- 488		-20 702	10 994
2017/2016	12 727	4 225		3 660	5 263	- 56	- 369		-33 071	33 074
2018/2017	33 853	9 271		1 104	8 443	80	- 302		-1 852	17 108
2019/2018	123	8 837		-5 124	2 776	- 298	- 490		-25 028	19 451
2020/2019	-1 252	-17 693		-2 772	18 309	30	1 255		-5 345	4 966
2021/2020	16 896	11206		6 804	5 614	329	-137		-36 691	29 770
2022/2021	-1 042	4171		1 196	4 966	-127	-828		-43 650	33 231
2023/2022	-2 696	-2843		-3 512	6 614	-90	-203		-4 687	2 026
2024/2023	-11 358	-1269		-3 530	-5 756	-66	103		2 600	-3 440
2024/2015	63 619	21 213		-1 640	66 162	591	-1 459		-168 427	147 180
Обрабатывающая промышленность*										
2016/2015	35 822	3 778		-5 717	13 778	1 361	- 466		-15 476	38 565
2017/2016	- 418	19 964		-9 138	-7 912	- 604	-1 759		-6 412	5 444
2018/2017	- 295	12 698		-3 482	-9 728	672	-1 139		35 380	-34 696
2019/2018	-3 479	12 506		-5 547	-9 750	-1 643	- 519		73 802	-72 328
2020/2019	-6 730	4 635		3 056	-8 719	- 562	4		12 701	-17 845
2021/2020	22 550	25 743		-8 511	-7 630	2 179	-1 810		28 990	-16 411
2022/2021	-1 366	1 202		-11 898	2 009	-1 008	2 058		21 365	-15 092
2023/2022	-4 441	30 811		-12 206	-12 329	- 808	-2 212		25 903	-33 600
2024/2023	5 926	32 015		-27 361	14 374	- 125	-1 040		-152 092	140 154
2024/2015	47 569	143 353		-80 805	-25 907	-539	-6 884		24 161	-5 809
Сельское хозяйство*										
2016/2015	1 708	970		2 705	-2 247	234	62		-3 078	3 062
2017/2016	5 192	686		555	745	- 114	- 220		4 124	- 584
2018/2017	-1 415	- 52		1 122	-1 848	141	- 40		1 808	-2 546

2019/2018	- 966	1 047		- 273	-1 239	- 356	- 48		- 348	252
2020/2019	- 622	311		- 419	361	- 128	- 32		-1 195	480
2021/2020	3 483	- 179		504	1 725	558	- 2		- 938	1 815
2022/2021	2 389	3043		-1 827	320	-240	-117		2 419	-1 210
2023/2022	-2 023	57		1 607	-2 514	-157	45		-2 583	1 521
2024/2023	473	-934		369	1 776	18	48		-5 296	4 493
2024/2015	8 220	4 948		4 342	-2 921	-43	-303		-5 087	7 282
Транспорт*										
2016/2015	20 536	4 999		-3 049	18 445	242	- 62		2 415	-2 454
2017/2016	-11 493	20 188		6 081	-28 741	- 117	- 298		-13 225	4 618
2018/2017	3 706	10 474		-13 004	-2 198	137	- 3		7 683	618
2019/2018	-6 730	4 760		6 684	-18 246	- 405	- 169		1 057	- 411
2020/2019	-27 400	-31 010		13 922	-11 424	- 110	413		- 564	1 373
2021/2020	-12 810	23 446		-8 651	-16 746	360	- 505		-3 907	-6 807
2022/2021	10 688	-5 886		-12 161	22 100	- 192	189		9 123	-2 486
2023/2022	13 010	1 383		-1 853	7 808	- 324	486		- 313	5 824
2024/2023	11 021	3 511		7 420	5 450	- 77	- 90		-5 101	- 91
2024/2015	530	31866		-4611	-23552	-486	-40		-2833	184
Сфера услуг*										
2016/2015	3 761	1 107		- 187	688	1 491			-8 587	9 250
2017/2016	- 963	1 850		- 527	136	- 679			-4 419	2 676
2018/2017	882	890		- 95	- 671	760			5 298	-5 300
2019/2018	-6 465	1 124		- 126	-5 058	-1 939			-2 314	1 847
2020/2019	-6 626	847		- 67	-4 220	- 719			3 233	-5 702
2021/2020	7 891	286		- 7	3 767	2 609			5 413	-4 177
2022/2021	14 231	704		112	11 056	-1 172			-3 129	6 660
2023/2022	-8 076	2178		-38	2 134	-1 170			9 085	-20 266
2024/2023	2 612	2061		-19	2590	-231			-6 419	4 630
2024/2015	7 246	11 047		-953	10 422	-1 048			-1 839	-10 382
Жилищный сектор*										
2016/2015	8 280	5 056		- 197	-7 867	9 761		248	4 896	-3 617
2017/2016	-5 347	3 812		151	553	-4 517		- 528	-7 615	2 797
2018/2017	3 645	4 834		201	-6 090	5 094		- 50	1 623	-1 966
2019/2018	-10 524	5 063		1 036	-1 489	-13 840		483	577	-2 352
2020/2019	-7 529	4 785		82	-3 285	-4 920		321	-4 250	- 262
2021/2020	24 773	6 089		398	-4 539	19 359		- 239	1 586	2 119
2022/2021	5 332	6575		130	-1624	-8653		1639	7 331	- 65
2023/2022	-10 418	5224		410	-3467	-6259		108	-10 575	4 141
2024/2023	-1 162	4712		88	1058	-1657		-340	-3 509	-1 515
2024/2015	7 051	46 149		2 299	-26 749	-5 633		1 642	-9 937	-721

- 1 * с распределением косвенных выбросов от производства электрической и тепловой энергии.
- 2 Источник: расчеты авторов на модели МТФК-16-80-ПГ, продленные до 2024 г. (см. Башмаков и др., 2023).
- 3 В секторе «производство и распределение электроэнергии» отсутствие мер политики привело
- 4 к снижению энергоэффективности, но повышающий эффект этого фактора, особенно
- 5 заметный после 2020 г., перекрывался снижением выбросов за счет мер поддержки развития
- 6 ВИЭ и АЭС. В секторе «производство и распределение тепловой энергии» рост выбросов за
- 7 счет снижения энергоэффективности был компенсирован их снижением в основном в
- 8 результате замены угля природным газом на источниках теплоснабжения и снижения доли
- 9 ископаемых видов топлива. В добывающей промышленности главными драйверами роста
- 10 выбросов ПГ стали снижение энергоэффективности и рост доли ископаемых видов топлива в
- 11 энергобалансе. В обрабатывающей промышленности рост выбросов за счет экономической
- 12 активности сдерживался изменением структуры выпуска в пользу менее энергоемких отраслей
- 13 машиностроения и металлообработки, а также повышением энергоэффективности и ростом
- 14 загрузки производственных мощностей. Повышение энергоэффективности также стало
- 15 основным тормозом роста выбросов в сельском хозяйстве и еще в большей мере на транспорте.
- 16 Напротив, в сфере услуг снижение энергоэффективности стало главным фактором
- 17 наращивания выбросов, правда, его влияние было в основном перекрыто фактором снижения
- 18 доли ископаемых видов топлива в энергобалансе за счет процессов электрификации. В итоге
- 19 рост выбросов в основном следовал за увеличением площадей зданий сферы услуг.

В жилищном секторе динамика выбросов заметно отставала от роста жилой площади за счет повышения энергоэффективности, потепления (снижения ГСОП) и изменения энергобаланса в пользу менее углеродоемких источников энергии.

2.7 Оценки потенциала снижения выбросов и увеличения стоков ПГ

Опыт интегральной оценки технического потенциала снижения выбросов ПГ в России очень ограничен. В этом плане есть явный пробел в знаниях. Для сектора «энергетика» интегральные оценки технического потенциала были даны в работах (Башмаков и Мышак, 2012) и в подготовленных ЦЭНЭФ-XXI для Минэкономразвития России обосновывающих материалах к *Стратегии долгосрочного развития экономики Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года* (ЦЭНЭФ-XXI, 2019).¹⁴ Эти оценки в основном базируются на оценках технического потенциала экономии энергии и дополняются эффектами от замещения топлива в электро- и теплоэнергетике, а также оценками снижения выбросов ПГ при добыче топлива в размерах, равных экономии потребления этих видов топлива. Технический потенциал повышения энергоэффективности определяется как произведение уровня экономической активности на разницу среднего по России удельного расхода энергии на производство единицы продукции, работы или услуги за базовый год и показателя, замыкающего 10% выпуска на кривой бенчмаркинга по удельным расходам энергии (*best available technology* – BAT, см. Башмаков и др., 2021). Технический (технологический) потенциал оценивается при допущении, что все оборудование мгновенно заменяется на лучшие образцы, соответствующие BAT, и показывает только гипотетические возможности энергосбережения без учета затрат и других ограничений на его реализацию. После введения санкций на поставки в Россию технический потенциал оценивается для трех градаций: при использовании в качестве BAT лучших имеющихся в мире технологий, лучших технологий в странах, которые не вводили санкций, и лучших российских технологий. На примере нефтегазового сектора получается, что второй показатель равен трем четвертям первого, а третий составляет менее 50% (Башмаков, 2024).

Оценка технического потенциала экономии энергии за счет повышения энергоэффективности в России для 2010 г. показала, что он составил 48% от уровня потребления первичной энергии, или 459 Мтут с учетом сокращения сжигания попутного газа в факелах (Башмаков и Мышак, 2012). Оценка потенциала экономии энергии была сделана при допущении, что экономия в секторах конечного потребления энергии дает косвенную экономию в секторах преобразования топлива и генерации электрической и тепловой энергии. Технический потенциал повышения эффективности использования конечной энергии составил 226 Мтут. Потенциал экономии первичной энергии удваивается при включении в расчет косвенных эффектов и повышения энергоэффективности в ТЭК. В (Башмаков и Мышак, 2012а) не рассматривались возможности внедрения безуглеродных источников энергии.

Технический потенциал снижения выбросов трех ПГ в секторе «энергетика» по состоянию на 2010 г. был оценен в 1085 МСО₂, или 54% от уровня выбросов 2010 г. (согласно инвентаризации 2012 г.). Потенциал снижения выбросов СО₂ оценен в 920 МтСО₂ (59%), СН₄ – 7,7 Мт (37%), N₂O – 11,2 тыс. т (48%). При распределении косвенных эффектов по секторам конечного потребления энергии получается, что на долю отраслей ТЭК

¹⁴ ЦЭНЭФ-XXI. 2019. Основные направления стратегии долгосрочного развития экономики Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года. Шифр темы: 0501-13-19.

приходится 37% потенциала, промышленности – 25%, транспорта – 12%, жилых и общественных зданий – 25%.

Россия имеет техническую возможность стать страной с нулевыми нетто-выбросами ПГ. Такой вывод был сформулирован в 2019 г., когда с привлечением широкого круга российских экспертов была актуализирована оценка потенциала снижения выбросов и увеличения стоков ПГ (на базе данных за 2017 г.) и был оценен потенциал для всех секторов, отражаемых в кадастре выбросов ПГ. Интегрированная оценка потенциала снижения выбросов ПГ включала снижение выбросов за счет повышения энергоэффективности, замещения топлива в электро- и теплоэнергетике и роста использования безуглеродных источников энергии (АЭС, ГЭС, ВИЭ, биомассы и биогаза) в системах как централизованного, так и децентрализованного энергоснабжения, учета косвенного снижения выбросов ПГ при экономии электрической и тепловой энергии от централизованных источников у конечных потребителей, снижения технологических утечек и выбросов ПГ, снижения выбросов ПГ в промышленных процессах, сельском хозяйстве и в сфере управления отходами, а также увеличения стоков в секторе ЗИЗЛХ.

Технический потенциал снижения нетто-выбросов ПГ во всех секторах был оценен в 1220 Мт СО₂э. Его полная реализация позволила бы снизить нетто-выбросы ПГ на 77% от уровня 2017 г. По отношению к уровню выбросов ПГ 1990 г. полная реализация технического потенциала позволяет снизить выбросы на 89%. Основную часть потенциала (87%) формируют технические и структурные решения в секторе «энергетика» – повышение эффективности и развитие централизованной и децентрализованной низкоуглеродной генерации электрической и тепловой энергии (табл. 2.x). Сравнение потенциала снижения выбросов для 2017 г. с оценками для 2010 г. показывает, что в эти годы он практически не был задействован. По мере реализации потенциала снижения выбросов ПГ в секторе «энергетика» растет значимость повышения точности оценок потенциала снижения выбросов ПГ в секторах «промышленные процессы», «сельское хозяйство», «ЗИЗЛХ» и «отходы».

Таблица 2.6 Потенциал снижения выбросов ПГ в основных секторах (Мт СО₂э)

Сектора	1990	2017	Потенциал снижения выбросов ПГ	Выбросы после реализации потенциала
Энергетика	2569	1700	1055	645
Промышленные процессы	283	233	66	167
Сельское хозяйство	276	128	27*	101*
ЗИЗЛХ	-73	-578	-46	-624
Отходы	58	94	26*	68*
Всего нетто-выбросы	3113	1578	1220	358

* Половина потенциала в сельском хозяйстве и отходах отнесена к производству биогаза и отражена в секторе «энергетика».

Источники: Отчетные данные – Национальный доклад о кадастре, 2019. Оценки потенциала – (ЦЭНЭФ-XXI, 2019) и (Romanovskaya et al., 2019).

В работе (Romanovskaya et al., 2019) потенциальные изменения баланса ПГ в секторе ЗИЗЛХ в 2030 г. были оценены в 685 МтСО₂э по сравнению с 1990 г. и всего лишь в 44 МтСО₂э по сравнению с 2008-2017 гг. Поэтому пересмотр в кадастре оценок нетто-стоков в секторе ЗИЗЛХ в 2024 г. (см. раздел 2.2) вызывает удивление даже с учетом того, что в этой работе было указано, что общий потенциал сектора ЗИЗЛХ может достигать 545–940 МтСО₂э в год.

В НДК 2026 г. объем нетто-стоков для 2024 г. – 1116 МтСО₂э – превысил верхнюю границу этого диапазона.

После 2019 г. интегральный технический потенциал снижения выбросов ПГ для России не оценивался. Это явный пробел в знаниях. Тем не менее можно утверждать, что актуальная оценка потенциала, по крайней мере в секторе «энергетика», оставалась близкой к оценкам для 2010 г. и 2017 г., поскольку, как показано в разделе 2.7, заметного прогресса в повышении энергоэффективности в 2015-2024 гг. не было, а углеродоемкость генерации электроэнергии даже выросла (Башмаков и др., 2026). Ниже даны актуальные оценки технического потенциала снижения выбросов на основе сравнения удельных выбросов для производства отдельных видов продукции в России с бенчмарками на основе ВАТ. Только по выборке из шести продуктов потенциал снижения выбросов превышает 340 МтСО₂э. Это больше суммарных нетто-выбросов в 2024 г. в Италии или во Франции.

Таблица 2.7 Оценка потенциала снижения выбросов ПГ по отдельным видам продукции по данным за 2020-е годы

Вид продукции	Единицы измерения	Удельные выбросы		Производство в России в 2024-2025 гг.		Потенциал снижения выбросов МтСО ₂ э	Источники информации
		Россия	ВАТ				
Электроэнергия	гСО ₂ /кВт-ч	390,5	176*	1213,4	млрд кВт-ч	260,3	Башмаков и др., 2026
Сталь	тСО ₂ /т	2,1	1,47**	71,136	Мт	44,8	Башмаков и др., 2021
Клинкер	тСО ₂ э/т	0,771	0,693***	50,104	Мт	3,9	Башмаков и др., 2023
Кирпич	тСО ₂ э/т	0,155	0,094***	18,757	Мт	1,1	Башмаков и др., 2024
Аммиак	тСО ₂ э/т	2,25	1,57***	18,122	Мт	12,3	Башмаков и др., 2025
Азотная кислота	тСО ₂ э/т	1,86	0,23***	12,846	Мт	20,9	Башмаков и др., 2027
Всего по перечисленным продуктам						343,3	

* Великобритания.

** технологическая цепочка железо прямого восстановления (природный газ) – электродуговая печь <https://worldsteel.org/wider-sustainability/sustainability-indicators/>

*** бенчмарки в ЕСТ.

2.8 Корпоративная отчетность по выбросам ПГ

В соответствии с Федеральным законом от 2 июля 2021 года № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов» юридические лица и индивидуальные предприниматели (далее – «предприятия»), хозяйственная и иная деятельность которых связана с выбросами парниковых газов (ПГ), обязаны предоставлять отчеты о выбросах ПГ, если они относятся к регулируемым организациям. Отнесение предприятий к регулируемым организациям осуществляется предприятиями самостоятельно на основании критериев, установленных постановлением Правительства Российской Федерации от 14.03.2022 г. № 355 (далее – «Постановление № 355»). Предприятия, относящиеся к регулируемым организациям, обязаны ежегодно готовить и представлять в Минэкономразвития России отчеты о выбросах ПГ за прошедший год по форме и в порядке, указанных в постановлении Правительства РФ от 20.04.2022 г. № 707 (далее – «Постановление № 707»). При этом количественное определение выбросов ПГ от такого предприятия по итогам года производится в соответствии с

1 методическими указаниями, утвержденными приказом Минприроды России от 27.05.2022
2 № 371 (далее – «Методика Минприроды № 371»).

3 **В процессе выполнения работ в соответствии с указанными нормативными документами**
4 **был выявлен ряд противоречий и ошибок, требующих разъяснений и/или исправлений.**

5 Единицы измерения показателей производственных процессов и значения удельных
6 коэффициентов CO₂, которые приводятся в приложении к Постановлению № 355 для
7 определения массы выбросов ПГ от стационарного сжигания топлива, не согласуются с
8 аналогичными данными (для коэффициентов выбросов CO₂), представленными в таблице 1.1
9 Методики Минприроды № 371. Пример: для сжиженного газа (пропан и бутан) в
10 Постановлении № 355 указан коэффициент 2,59 тCO₂/млн м³, а в Приказе № 371 –
11 2,59¹⁵ тCO₂/т. В приложении к Постановлению № 355 в качестве показателя производственного
12 процесса «Добыча природного газа» указан «*суммарный расход топлива*», что, вероятно,
13 является ошибкой. Исходя из логики документа корректным показателем скорее всего должен
14 быть «*суммарный объем добытого природного газа*». В перечне производственных процессов,
15 упомянутых в приложении к Постановлению № 355, отсутствует деятельность (процесс)
16 «Очистка и сброс сточных вод», при этом в Методике Минприроды № 371 приведены
17 расчетные методы для определения соответствующих выбросов ПГ. В перечне
18 производственных процессов, упомянутых в приложении к Постановлению № 355, указан
19 процесс добычи угля открытым способом, для которого необходимо рассчитать массу
20 выбросов диоксида углерода (CO₂) и метана (CH₄). В Методике Минприроды № 371
21 отсутствуют методы количественного определения выбросов диоксида углерода (CO₂) и метана
22 (CH₄), связанные с добычей угля открытым способом. Более того, в п. 3.3. Методики прямо
23 говорится, что в количественное определение фугитивных выбросов парниковых газов не
24 включаются выбросы от добычи угля открытым способом.

25 **В перечне производственных процессов, упомянутых в приложении к Постановлению**
26 **№ 355, перечислено меньше видов топлива, производимой продукции и видов**
27 **деятельности (процессов), чем приведено в Методике Минприроды № 371.** В ряде случаев
28 это существенно влияет на величину выбросов парниковых газов от деятельности организации
29 и, как следствие, на результат отнесения предприятия к регулируемым организациям.
30 В приложении к Постановлению № 355 не указаны виды деятельности, для которых в
31 Методике Минприроды № 371 приведены методы расчета выбросов ПГ:

- 32 • для производственного процесса «Стационарное сжигание газообразного, жидкого и
33 твердого топлива» в перечне сжигаемых видов топлива не указаны нефть и дизельное
34 топливо;
- 35 • для нефтехимического производства в перечне видов производимой продукции не
36 указаны производство полиэтилена, полипропилена, газа горючего сухого
37 отбензиненного и других видов продукции;
- 38 • для целлюлозно-бумажного производства не указано использование свежих карбонатов;
- 39 • для процессов обращения с отходами не указано захоронение кородревесных отходов и
40 осадка (отстоя) сточных вод, часто размещаемых на объектах размещения отходов
41 целлюлозно-бумажных комбинатов в больших количествах. Предлагается согласовать
42 производственные процессы и виды деятельности, изложенные в Методике
43 Минприроды № 371 и Постановлении № 355.

¹⁵ Получено расчетным путем на основании данных таблицы 1.1 Методики Минприроды № 371 (путем перемножения коэффициента перевода в энергетические единицы на коэффициент выбросов CO₂).

Целесообразно выполнять оценку отнесения юридических лиц и индивидуальных предпринимателей к регулируемым организациям в соответствии с Методикой Минприроды № 371. В этом случае нужда в Постановлении № 355 отпадает.

Много замечаний есть и к Методике Минприроды № 371. Согласно приложению № 1 к Методике Минприроды № 371 (таблица «Категории источников выбросов и парниковые газы») для категории выбросов «черная металлургия» следует учитывать выбросы метана (CH_4). Однако в приложении № 2 к Методике Минприроды № 371 отсутствуют методы для расчета выбросов метана (CH_4) для всех источников выбросов (процессов) в категории «черная металлургия», указанных в приложении № 1. Более того, в п. 14.3 Методики прямо говорится, что выбросы CH_4 в категории «черная металлургия» не учитываются. В соответствии с приложением № 1 к Методике Минприроды № 371 выбросы ПГ от очистки сточных вод должны учитываться только для категории «целлюлозно-бумажное производство», хотя очистные сооружения могут входить в состав организаций различной отраслевой направленности.

В таблице 23.4 приложения № 2 к Методике Минприроды № 371 приводится значение коэффициента выбросов закиси азота (N_2O) при сбросе сточных вод, равное $\text{EF}_{\text{сток}} = 0,05 \text{ кг } \text{N}_2\text{O-N/кгN}$. Данное значение в 10 раз больше аналогичного значения по умолчанию, приведенного в Распоряжении Минприроды России № 15-р от 16.04.2015 «Об утверждении методических рекомендаций по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов ПГ в субъектах РФ» (таблица 6.5), а также в п. 6.3.1.2 и таблице 6.11 Руководящих принципов национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006 ($\text{EF}_{\text{сток}} = 0,005 \text{ кг } \text{N}_2\text{O-N/кг N}$). В таблице 2.1 приложения № 2 к Методике Минприроды № 371 представлены коэффициенты выбросов ПГ при сжигании углеводородных смесей на факельных установках, применяемых при отсутствии фактических данных о компонентном химическом составе сжигаемой углеводородной смеси. Среди указанных видов углеводородных смесей в таблице 2.1 отсутствует нефтезаводской газ, который часто сжигается на факелах нефтеперерабатывающих предприятий. В п. 18.1 приложения № 2 к Методике Минприроды № 371 указано, что категория «18. Транспорт» включает выбросы CO_2 , возникающие в результате сжигания всех видов топлива в двигателях транспортных средств автомобильного, железнодорожного, морского, внутреннего водного и воздушного видов транспорта. В то же время в п. 18.5 указано, что выбросы CO_2 при сжигании топлива на железнодорожном транспорте, используемом в организациях, не занимающихся магистральными железнодорожными перевозками, не учитываются. В п. 18.4 приложения № 2 к Методике Минприроды № 371 указано, что расчет выбросов CO_2 от сжигания топлива в автотранспорте должен выполняться по отдельным типам автотранспорта (грузовой, пассажирский, легковой). Подразумевается, что для каждого типа автотранспорта должен применяться свой специфический коэффициент выбросов CO_2 (см. формулу 18.1 и пояснения к ней). Однако в таблице 18.1, на которую есть ссылка в пояснениях к формуле 18.1, отсутствует разбивка коэффициентов выбросов CO_2 по типам автотранспорта. Более того, в таблице 18.1 отсутствует разбивка коэффициентов выбросов CO_2 даже по видам передвижных установок (авто, ж/д, авиа, водный транспорт). Расчет выбросов CO_2 от сжигания топлива по отдельным типам автотранспорта, а также железнодорожного и водного транспорта, не является целесообразным. В п. 18.1 (и в Разделе 18 в целом) не уточняется, следует ли учитывать выбросы CO_2 от сжигания топлива специализированными передвижными установками, не относящимися к автомобильному, железнодорожному, водному и воздушному транспорту – например, тракторами, экскаваторами, погрузчиками и т.п.

Есть замечания и по совершенствованию коэффициентов выбросов ПГ, утвержденных распоряжением Правительства Российской Федерации от 22.10.2021 № 2979-р (Распоряжение № 2979-р). В п. 5.7 перечня для фреона ГФУ-134а (1, 1, 1, 2-тетрафторэтан)

приводится некорректная химическая формула и дается некорректное значение коэффициента пересчета выбросов ПГ в эквивалент диоксида углерода (данные ошибочно взяты для ГФУ-134 из п. 5.6). Данные для фреона ГФУ-134а, представленные в Распоряжении № 2979-р: п. 5.7 – ГФУ-134а – C₂H₂F₄ (CHF₂CHF₂) – 1100, а в Четвертом Оценочном докладе МГЭИК – CH₂FCF₃ – 1430.

Еще одним документом, в котором есть нестыковки с Методикой Минприроды № 371, являются Правила предоставления и проверки отчетов о выбросах парниковых газов, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 20.04.2022 № 707 (Постановление № 707). Часть из них связана с отсутствием в Постановлении № 707 видов деятельности и производственных процессов, для которых в Методике Минприроды № 371 приведены методы количественного определения выбросов ПГ (см. выше), или наоборот. Форма отчета о выбросах ПГ, утвержденная Постановлением № 707, предусматривает представление данных о выбросах метана (CH₄) для следующих производственных процессов (видов деятельности) черной металлургии: производство кокса; агломерата; железорудных окатышей; железа прямого восстановления; металлического кремния; ферросилиция. Однако в Методике Минприроды № 371 методы количественного определения выбросов метана (CH₄) для указанных процессов (видов деятельности) не приведены (отсутствуют). Согласно Постановлению № 707, при заполнении формы отчета о выбросах ПГ организации должны в отдельной колонке предоставлять данные о «конверсионных коэффициентах», используемых для определения выбросов ПГ. При этом указано, что значения конверсионных коэффициентов устанавливаются Минприроды России. Однако в Методике Минприроды № 371 конверсионные коэффициенты и методы их количественного определения не упоминаются, зато в ней упоминаются коэффициенты выбросов, которые используются для расчета отдельных (но не всех!) выбросов ПГ.

Проект федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон «Об ограничении выбросов парниковых газов» не распространил требование обязательной верификации на отчеты о выбросах ПГ, представляемые в установленном порядке в уполномоченные органы государственной власти или в организации, уполномоченные на ведение соответствующих реестров. Во исполнение поручения Президента РФ от 15.06.2021 № Пр-1004 и на основании поручения Правительства РФ от 21.06.2021 № ВА-П11-8081 Минэкономразвития России разработало проект федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон «Об ограничении выбросов парниковых газов»¹⁶ (далее – законопроект), целью которого является создание правовой рамки для верификации информации о выбросах парниковых газов, представляемой организациями и частными лицами в государственный реестр выбросов ПГ.

Согласно действующему в РФ законодательству, верификации подлежат отчеты о реализации климатических проектов,¹⁷ а также отчеты о выполнении установленных квот на выбросы ПГ региональными регулируемыми организациями в рамках эксперимента по ограничению выбросов ПГ в отдельных субъектах РФ.¹⁸ Отчеты о реализации климатических проектов вместе с заключениями об их верификации представляются в реестр углеродных единиц для выпуска в обращение углеродных единиц в пользу исполнителей соответствующих проектов. Региональные регулируемые организации ежегодно представляют свои верифицированные отчеты о выбросах ПГ и о выполнении установленных квот на выбросы ПГ в государственный

¹⁶ См. <https://regulation.gov.ru/projects/166925/>

¹⁷ Пункт 4 статьи 9 Федерального закона от 02.07.2021 № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов».

¹⁸ Статья 10 Федерального закона от 06.03.2022 № 34-ФЗ «О проведении эксперимента по ограничению выбросов парниковых газов в отдельных субъектах Российской Федерации».

1 реестр выбросов ПГ. Эти отчеты служат основанием либо для поощрения эмитентов путем
2 выпуска в их пользу единиц выполнения квоты, либо для взыскания с них платы за выбросы
3 ПГ сверх установленных квот.

4 В законопроекте сохранен и даже специально подчеркнут добровольный характер
5 верификации представляемых эмитентами отчетов о выбросах ПГ. И даже для отчетов о
6 реализации климатических проектов и о выполнении квот на выбросы ПГ не сделано
7 исключений (оговорок, изъятий), хотя стоило бы во избежание двусмысленности и прочих
8 недоразумений. При этом эмитенты, которые обязаны представлять отчетность о выбросах ПГ,
9 и те, кто делает это добровольно, уравниены в праве выбирать: верифицировать им свои отчеты
10 или нет. Законопроект определяет, что понимается под верификацией информации о выбросах
11 ПГ, и устанавливает общие требования к верификации, ради чего в действующий Федеральный
12 закон от 02.07.2021 № 296-ФЗ вносится дополнительная статья 7.¹ Наряду с этим законопроект
13 отменяет единственный пункт указанного закона, в котором предусмотрена проверка
14 представленных эмитентами отчетов уполномоченными органами власти. Теперь никто не
15 сможет сказать, достоверную информацию представили эмитенты о своих выбросах или нет,
16 превышают ли эти выбросы пороговое значение, после которого наступает обязанность
17 эмитента представлять отчетность в уполномоченный орган, или они не должны никому ничего
18 раскрывать. Как в этих условиях будут работать нормы законодательства, предусматривающие
19 санкции за непредоставление обязательной отчетности о выбросах ПГ и за предоставление
20 заведомо недостоверной информации о выбросах ПГ, непонятно. Вернее, понятно, что они как
21 раньше не работали, так и дальше не будут.

22 Текст законопроекта занимает 4 страницы крупным шрифтом через полтора интервала, а
23 пояснительная записка к нему – 2 страницы. Несмотря на это, на подготовку документа у
24 Минэкономразвития ушло почти 5 лет – с июня 2021 г. по апрель 2026 г. За это время было
25 принято множество нормативных документов, регламентирующих различные аспекты
26 деятельности в области верификации информации о ПГ. К ним в первую очередь относятся
27 стандарты ГОСТ Р ИСО 14065-2022, ГОСТ Р ИСО/МЭК 17029-2022, ГОСТ Р ИСО 14066-2024,
28 утвержденные Росстандартом, а также руководящие документы Минэкономразвития России об
29 аккредитации органов верификации ПГ в национальной системе аккредитации. С этой точки
30 зрения, особой надобности в законопроекте не было. Однако поручения Президента и
31 Правительства Российской Федерации надо выполнять, и Минэкономразвития их выполнило.
32 Другой вопрос, как именно выполнило и что мы в итоге получили (о том, чего мы не получили,
33 написано выше). Попробуем разобраться.

34 Верификация информации о выбросах ПГ определена в законопроекте как «проверка и
35 подтверждение информации о массе выбросов парниковых газов, образовавшихся в результате
36 хозяйственной и иной деятельности юридического лица или индивидуального
37 предпринимателя, а также исходных сведений, на основании которых определена эта масса».
38 К этому определению есть как минимум две претензии. Во-первых, лучше и точнее было бы
39 сказать не «масса выбросов», а «величина выбросов», поскольку выбросы ПГ измеряются не в
40 единицах массы (метрических тоннах), а в условных тоннах CO₂-эквивалента. Никто же не
41 думает, что речь идет о массе топлива, когда его расход измеряют в тоннах условного топлива,
42 потому что тонна условного топлива – это не про вес топлива, а про выраженную в угольном
43 эквиваленте способность топлива генерировать энергию при сжигании. В других странах
44 используют не угольный, а нефтяной эквивалент. Аналогично тонна CO₂-эквивалента – это не
45 единица массы, а единица антропогенного воздействия на климат посредством выбросов в
46 атмосферу ПГ. Она отражает способность парниковых газов задерживаться в атмосфере,
47 улавливать и перенаправлять инфракрасное излучение, идущее от поверхности Земли, создавая

1 парниковый эффект.¹⁹ Во-вторых, главная отличительная особенность верификации состоит в
2 том, что это не просто проверка, а независимая проверка, выполненная уполномоченным на то
3 аккредитованным органом, который несет в установленном порядке ответственность за
4 результаты проверки и за свое заключение, основанное на этих результатах. А просто проверку
5 может выполнить кто угодно, но такая проверка, очевидно, не будет являться верификацией.

6 Объектом верификации могут быть разные выбросы ПГ: выбросы от деятельности компании
7 или группы компаний, выбросы от деятельности конкретного юридического лица, отдельного
8 предприятия или подразделения, выбросы от отдельных видов деятельности или категорий
9 источников, выбросы, связанные с реализацией того или иного проекта или с производством
10 той или иной продукции. В законопроекте все это разнообразие сведено к выбросам ПГ,
11 информацию о которых эмитенты представляют в реестр в формате, предусмотренном для
12 обязательной отчетности. Так примерно и написано: в отношении информации, включаемой в
13 отчет о выбросах ПГ для представления в установленном порядке в реестр выбросов ПГ, по
14 инициативе эмитента может быть проведена верификация информации о выбросах ПГ в
15 соответствии с настоящим законопроектом. Ключевые слова здесь «**может быть проведена**».
16 Значит, ее можно и не проводить. А для чего эмитентам стоило бы ее проводить, какие у них
17 для этого есть или могут быть стимулы, в законопроекте не сказано. Как будто эмитенты ПГ в
18 России никогда до сих пор не верифицировали свои выбросы, и им решили намекнуть, что они
19 могли бы, но не сказали зачем.

20 **На самом деле, верификация отчетов о выбросах ПГ – давным-давно сложившаяся в**
21 **России корпоративная практика.** Только верифицируют российские компании не ту
22 информацию о выбросах ПГ, которая подлежит представлению в реестр, а более развернутую
23 информацию, которую они раскрывают для своих стейкхолдеров – покупателей, инвесторов,
24 финансовых организаций т. д. в соответствии с международными стандартами. И никакого
25 специального разрешения, тем более законодательства им для этого не нужно. Имеются
26 общепризнанные международные стандарты отчетности по ПГ для компаний и организации,
27 уполномоченные проводить верификацию корпоративных отчетов по этим стандартам, и этого
28 достаточно.

29 **Органы верификации должны быть независимыми.** Особое внимание в законопроекте
30 уделено независимости верификаторов. В пояснительной записке к нему прямо сказано:
31 «В целях обеспечения аффилированности аккредитованного лица, законопроектом
32 предлагается установить запрет на проведение верификации отчета о выбросах парниковых
33 газов организаций, осуществляющих полномочия основного общества в отношении
34 аккредитованного лица».²⁰ В самом законопроекте об этом сказано немного иначе: для
35 проведения верификации своих отчетов о выбросах ПГ эмитенты не вправе привлекать лиц, в
36 отношении которых они выполняют полномочия основного общества. Как говорится, похоже,
37 но не то же. Одно дело прямой запрет на проведение верификации отчетов силами дочерних
38 организаций (нельзя, чтобы организация, которую ты контролируешь, тебя проверяла), и
39 другое дело запрет на привлечение эмитентами своих дочерних структур для проведения
40 верификации. Во втором случае остается простор для трактовок. Могут ли, например,
41 консультанты эмитентов или другие нанятые ими лица привлекать дочерние организации своих
42 клиентов для проведения верификации? Прямого запрета на это в законопроекте нет, хотя в

¹⁹ К сожалению, эта ошибка проходит через весь корпус российского законодательства о ПГ. Сначала писали про объем выбросов ПГ, потом, видимо, догадались или кто-то подсказал, что объем не измеряется в тоннах, и стали писать про массу. Но спустя 35 лет после принятия Рамочной конвенции ООН об изменении климата и 10 лет после принятия Парижского соглашения уже, наверное, можно было разобраться и все исправить.

²⁰ Точная цитата. Вероятно, хотели написать: «В целях обеспечения *независимости* аккредитованного лица», но написали то, что написали.

1 пояснительной записке он декларируется. Однако проблема независимости верификаторов не
2 сводится только к отношениям по линии «основная организация – дочерняя организация».
3 Например, законопроект ничего не говорит о том, можно ли привлекать верификаторов,
4 созданных теми же учредителями, что и сам эмитент, отчет которого требуется
5 верифицировать, или верификаторов, по отношению к которым директор или другой
6 руководитель эмитента является владельцем, совладельцем, руководителем или их
7 родственником. Можно ли привлекать в качестве верификатора организацию, которая готовила
8 или помогала готовить отчет о выбросах ПГ? Допустимо ли вообще совмещать функции
9 консультанта и верификатора по ПГ? Вопрос не праздный. Известно, например, что органы по
10 сертификации не оказывают консультационных услуг в принципе, но могут проводить
11 обучение по стандартам, по которым они проводят сертификацию. И это правильно, потому
12 что позволяет органам по сертификации оставаться независимыми. Видимо, к органам по
13 верификации ПГ должны применяться те же правила и ограничения.

14 **Более эффективной является открытая система верификации информации о выбросах**
15 **ПГ с допуском аккредитованных иностранных верификаторов (при наличии у них**
16 **обособленного подразделения, филиала или постоянного представительства на**
17 **территории России), а также органов по верификации ПГ, имеющих международную**
18 **аккредитацию.** Вводимая законопроектом новая статья ⁷¹ устанавливает, что верификацию
19 информации о выбросах ПГ могут проводить только юридические лица, аккредитованные в
20 национальной системе аккредитации в соответствии с законодательством Российской
21 Федерации. При этом не уточняется, о какой верификации идет речь. Значит, надо понимать
22 так, что лица, не аккредитованные в российской системе аккредитации, не смогут проводить
23 верификацию сведений о выбросах ПГ на территории России, и никаких исключений из этого
24 правила нет. Если дело обстоит именно так, то это проблема. При таких ограничениях
25 российский поставщик, который захочет представить покупателю в ЕС верифицированные
26 сведения о выбросах ПГ, связанных с поставляемой продукцией, согласно требованиям СВМ,
27 не сможет этого сделать, если ни один аккредитованный в ЕС орган по верификации ПГ не
28 будет аккредитован в российской системе аккредитации. Как известно, с 2027 г. Китай тоже
29 будет требовать верифицированные данные о выбросах ПГ, связанные с поставляемой на его
30 рынок продукцией (к 2030 г. это коснется 200+ видов продукции). И что делать, если Китай,
31 как и ЕС, потребует, чтобы верификацию проводили только такие органы по верификации,
32 которые ему подконтрольны, т.е. аккредитованы по его правилам? А как быть с
33 международными углеродными рынками и проектами сокращения выбросов ПГ по статье 6.4.
34 Парижского соглашения, где требуется международное признание органов по валидации и
35 верификации ПГ?

36 Другая содержащаяся в законопроекте новация состоит в том, что верификация информации о
37 выбросах ПГ должна осуществляться на основе документов российской национальной
38 системы стандартизации в области ограничения выбросов ПГ и методик количественного
39 определения выбросов и поглощений ПГ, утвержденных уполномоченными федеральными
40 органами исполнительной власти РФ. Это тоже может стать проблемой. Добровольные отчеты
41 о выбросах ПГ готовятся компаниями-эмитентами не по российским стандартам и методикам,
42 а по международным, которым российские стандарты и методики часто не соответствуют
43 (противоречат). Между тем одна из главных задач таких отчетов – информировать широкий
44 круг стейкхолдеров, включая покупателей, инвесторов и т. д., в том числе иностранных и
45 международных. А они привыкли ориентироваться на международные стандарты и читать
46 отчеты, сделанные по этим стандартам. С учетом этого целесообразно было бы сделать
47 оговорку, что информация о выбросах ПГ верифицируется в соответствии с применимыми

стандартами и методиками аккредитованными органами по верификации, область аккредитации которых охватывает соответствующие стандарты и методики.

Наконец, последняя, третья часть вводимой новой статьи о верификации устанавливает, что форма отчета о результатах проведения верификации информации о выбросах ПГ, а также правила проведения верификации информации о выбросах ПГ и представления результатов такой верификации в реестр выбросов ПГ, определяются Правительством Российской Федерации. В этом нет необходимости, даже если речь идет не вообще о верификации информации о выбросах ПГ, а конкретно о верификации отчетов, представляемых эмитентами в реестр выбросов ПГ. Если бы верификация таких отчетов была обязательной, то ее регламентация Правительством Российской Федерации была бы абсолютно необходима. Но поскольку верификация отчетов о выбросах ПГ не является обязательной, то в этом нет смысла. Достаточно сослаться на действующие национальные стандарты в области верификации ПГ. Если же речь идет о верификации отчетов о выбросах ПГ, сделанных по международным стандартам, то тем более не стоит Правительству вмешиваться в установленные этими стандартами правила и процедуры и устанавливать свои порядки.

Нужно стремиться не к обособлению российской системы углеродного учета и отчетности, в том числе путем искусственного замыкания ее на национальных стандартах, методиках и процедурах верификации, а наоборот, к ее открытию для мира, к международному признанию этой системы как заслуживающей доверия, а в идеале – как мирового эталона. Для этого важнейшими элементами выстраиваемой в России системы верификации информации о выбросах ПГ должны стать:

- профессиональная подготовка и аттестация специалистов по верификации ПГ (по аналогии с тем, как это делается в отношении финансовых аудиторов);
- выборочная проверка деятельности органов по верификации ПГ, применяемых процедур и качества результатов этой деятельности (а не формального соответствия установленным критериям);
- допуск аккредитованных иностранных верификаторов при наличии у них обособленного подразделения, филиала или представительства в РФ;
- аккредитация (по их заявлению) органов по верификации ПГ, имеющих международную аккредитацию, в российской системе аккредитации.

Это будет повышать доверие к российской системе углеродной отчетности и способствовать в долгосрочной перспективе повышению конкурентоспособности российских компаний на мировых товарных и финансовых рынках.

Целесообразно определять области аккредитации верификаторов по ПГ в зависимости от особенностей источников выбросов ПГ, а не отраслевой принадлежности организаций, контролирующих эти источники. Согласно действующей Схеме аккредитации органов по валидации и верификации ПГ,²¹ организация (юридическое лицо или индивидуальный предприниматель) получает аккредитацию в случае его соответствия требованиям в заявленной области аккредитации. При этом под областью аккредитации понимается отрасль (вид экономической деятельности по классификации ОКВЭД), где происходят выбросы ПГ. Между тем источники выбросов ПГ не привязаны жестко к видам экономической деятельности. Предприятию может принадлежать котельная или ТЭС, транспортный цех, парниковое хозяйство, структуры общепита, общественные здания и общежития и т. п. Выбросы от этих объектов определяются количеством сожженного топлива, а не отраслевой

²¹ Документ СМ № 03.1-9.0002. Схема аккредитации органов по валидации и верификации парниковых газов в национальной системе аккредитации. Версия 03. Март 2022 г. См. <https://fsa.gov.ru/documents/15063/>

принадлежностью предприятия, владеющего этими источниками или эксплуатирующего их. Выбросы ПГ от сжигания газов на факелах, свечках и иных аналогичных установках тоже не зависят от отрасли, а определяются химическим составом сжигаемых газов и типом установки. Не имеет значения отраслевая принадлежность организаций и при определении утечек парниковых газов из трубопроводов, газораспределительных систем и емкостей хранения, выбросов ПГ от использования продукции, например, карбонатов, от очистки сточных вод, от складирования (захоронения) отходов, а также выбросов и поглощений ПГ от земле- и лесопользования. В то же время характерную специфику имеют выбросы ПГ от технологических (производственных) процессов в отраслях промышленности (например, в металлургической или химической промышленности), выбросы от сельского хозяйства и ряд других.

Следует различать валидацию и верификацию климатических проектов, с одной стороны, и верификацию отчетов о выбросах ПГ от текущей деятельности, с другой. Область аккредитации для климатических проектов должна определяться типом проекта и применимой методикой расчета и мониторинга сокращений выбросов ПГ. За основу при этом предлагается принять деление проектов по секторам (т. е. категориям источников выбросов ПГ), принятое в рамках Механизма чистого развития Киотского протокола.^{22,23}

Требование о создании в составе аккредитуемой организации специального подразделения по валидации и верификации ПГ является избыточным. В конечном счете, ответственность за выполнение работ по валидации и верификации ПГ все равно несет организация, а не специальное подразделение, и зарплату работники этого подразделения получают из доходов организации, а не только из доходов специального подразделения от выполнения работ по валидации и верификации ПГ; соответственно, и работу они выполняют не только по валидации и верификации ПГ, но по мере необходимости и по другим заключенным организацией договорам (контрактам) с заказчиками. Главное – чтобы в штате аккредитуемой организации были специалисты, обладающие необходимой квалификацией и опытом работы, а уж в каком подразделении они числятся, значения не имеет. При поступлении заказа на выполнение работ по валидации/верификации ПГ из этих сотрудников приказом руководителя организации формируется специальная проектная команда (группа) во главе с ответственным исполнителем, которая должна будет при выполнении работ следовать установленным требованиям и неукоснительно соблюдать установленные процедуры валидации и верификации ПГ. Никаких других требований к органам по валидации и верификации ПГ для их аккредитации предъявлять не нужно. Наличие у организации офисных помещений на праве владения и пользования или официально приобретенных стандартов по ПГ не являются обязательными условиями для качественного выполнения работы.²⁴ Все, что

²² См. <https://cdm.unfccc.int/DOE/scopelst.pdf>

²³ См. <https://cdm.unfccc.int/methodologies/methodologiesAccrv6/index.html>

²⁴ Согласно Приказу Минэкономразвития России от 26.10.2020 № 707 «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации», одним из критериев аккредитации органов по валидации и верификации ПГ является «наличие по месту (местам) осуществления деятельности в области аккредитации на праве собственности или на ином законном основании, предусматривающем право владения и пользования, помещений, оборудования, технических средств и иных материальных ресурсов, необходимых для выполнения работ по валидации и верификации». Данная формулировка на практике толкуется экспертами по аккредитации буквально: эксперты не признают в качестве правоустанавливающего документа договор аренды помещения, в котором нет формулировки о «наличии права владения и пользования», что идет вразрез с существующим гражданским правом. Поскольку при аренде помещения обязательна передача правомочий и по пользованию, и по владению, действительный договор аренды уже является достаточным подтверждением наличия у арендатора права владения и пользования. Между тем для выполнения функций органа по валидации и верификации ПГ наличие помещения не обязательно:

необходимо для входа на рынок валидации и верификации ПГ, – это квалифицированные специалисты и набор регламентирующих внутренних документов, основанных на применимых российских и международных стандартах.

Необходимо, разумеется, предусмотреть контроль со стороны аккредитующего органа за качеством работы аккредитованных органов по валидации и верификации ПГ через проведение выборочных проверок, в том числе путем прямого наблюдения за выполнением ими работ по валидации и верификации ПГ на основании поступивших конкретных заказов. По результатам осуществления проверок органы по валидации и верификации ПГ должны получать соответствующую оценку, на основании которой орган по аккредитации может принять одно из следующих решений:

- подтвердить аккредитацию органа по валидации и верификации ПГ;
- вынести предупреждение органу по валидации и верификации ПГ о частичном несоответствии установленным требованиям;
- приостановить аккредитацию органу по валидации и верификации ПГ в целом или по соответствующей области аккредитации;
- отменить аккредитацию органа по валидации и верификации ПГ в случае злостных или многочисленных нарушений установленных требований или в случае неустранения выявленных ранее нарушений в установленный срок.

Для этого необходимо скорректировать процедуру осуществления надзора за органами по валидации и верификации ПГ, взяв за основу, например, документы, разработанные в рамках Механизма чистого развития, или иные аналогичные регламентные документы и стандарты.²⁵

На основе данных национальной инвентаризации и отчетности и Методики количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов²⁶ нельзя полноценно оценить ни объемы всех источников прямых выбросов ПГ от производства конкретного вида продукции по охвату 1, ни выбросы по охватам 2 и 3. Данные инвентаризации и отчетности по Приказу Минприроды России № 371 не позволяют оценить прямые выбросы CO₂ от сжигания топлива при производстве отдельных видов продукции, поскольку они представлены по агрегированным отраслям. На их основе также нельзя оценить косвенные выбросы, связанные с использованием электрической и тепловой энергии, и тем более выбросы охвата 3 (Башмаков и др., 2026). Правда, в схемах расчета выбросов жизненного цикла на основе данных НДК могут быть оценены выбросы на стадиях добычи сырья, его переработки и транспортировки (Башмаков и др., 2026).

Важными информационными инструментами политики декарбонизации стали расчет углеродного следа продукции и бенчмаркинг углеродоемкости. Информация по углеродному следу требуется в системах торговли квотами, в СВАМ, в контрактах на разницу, в формировании стандартов на выбросы, в маркетинге продукции с низким углеродным следом, при реализации проектных механизмов и в системах добровольной отчетности. Бенчмаркинг – это сопоставительный анализ с эталонными показателями для определения возможностей повышения эффективности производства. Ключевое условие эффективного

сотрудники могут работать удаленно, выезжая на объекты для проведения работ по мере необходимости. Предлагается также уточнить критерий п. 34.5 Приказа № 707 о «необходимости наличия документов по стандартизации для валидации и верификации парниковых газов». Содержание этих документов должно быть описано подробнее, включая перечень обязательных нормативных актов, объем, содержание и оформление.

²⁵ См. https://cdm.unfccc.int/sunsetcms/storage/contents/stored-file-20200617103801928/Accr_proc01.pdf

²⁶ Приказ Минприроды России № 371 от 27.05.22 «Об утверждении методик количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов».

бенчмаркинга – обеспечение сопоставимости показателей, или сравнение «*the like with the like*»
Бенчмаркинг по уровню углеродоемкости широко используется для следующих целей:

- формирование пакетов мер государственной или корпоративной политики и предложений по технологическим решениям для расширения рыночных ниш наиболее эффективных технологий;
- выделение бесплатных квот на уровне эталонных показателей в системах торговли квотами (ЕС,²⁷ Китай и Калифорния²⁸);
- определение уровня платежей импортеров в системах пограничного углеродного регулирования (Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM, [European Commission, 2025](#));
- выявление эталонных технологий и практик производства, таких как наилучшие имеющиеся технологии (BAT), наилучшие доступные технологии (НДТ) в справочниках НДТ и наилучшие практически используемые технологии (BPT);
- оценка потенциала снижения удельных расходов энергии и удельных выбросов ПГ на основе сравнения с эталонными значениями и выявления возможностей для повышения эффективности производства ([Jörß et al., 2023](#));
- определение целевых заданий и(или) пороговых значений по экономии энергии и снижению выбросов ПГ в системах низкоуглеродного регулирования;
- разработка и согласование корпоративных или отраслевых планов и дорожных карт по повышению энергоэффективности и декарбонизации;
- мониторинг достижения целевых заданий корпоративных или отраслевых планов и дорожных карт;
- оценка конкурентных позиций предприятий по отдельным показателям за счет сопоставления с аналогичными производствами;
- маркетинг продукции с низким углеродным следом, для чего необходимо обеспечение сопоставимости определения удельных выбросов ПГ для обеспечения справедливой конкуренции;
- выбор поставщиков с низким углеродным следом в государственных и корпоративных закупках для снижения углеродного следа продукции;
- определение критериев низкоуглеродной продукции в таксономиях при принятии решений о финансировании проектов по повышению энергоэффективности или декарбонизации.

Для разных видов углеродоемкой продукции создан набор систем бенчмаркинга, включая расчетные калькуляторы. За рубежом это система [WSA, 2021](#) и [EUROFER](#) для черной металлургии, которая полностью базируется на европейском стандарте Standard EN 19694-2 Stationary source emissions – Greenhouse Gas (GHG) emissions in energy-intensive industries – Part 2: Iron and steel industry;²⁹ ([Hasanbeigi, 2025](#)), международная система [GCCA \(2026\)](#)³⁰ для цементной промышленности и ряд национальных систем, включая BEST в Китае; есть система бенчмаркинга для отрасли удобрений ([Fertilizers Europe, 2024](#)) и др. В России существуют

²⁷ EU ETS. https://climate.ec.europa.eu/system/files/2021-10/policy_ets_allowances_bm_curve_factsheets_en.pdf

²⁸ CALIFORNIA AIR RESOURCES BOARD Appendix B: Development of Product Benchmarks for Allowance Allocation. <https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/barcu/regact/2010/capandtrade10/candtappb.pdf>

²⁹ <https://www.eurofer.eu/publications/reference-documents/excel-tool-for-european-standard-en-19694-2>

³⁰ <https://gccassociation.org/lcr-cement/>

системы бенчмаркинга для продукции черной металлургии (по заказу ФГАУ «НИИ «ЦЭПП» Башмаков и др., 2021); цементной промышленности (Башмаков и др., 2023), кирпичной (Башмаков и др., 2024), аммиачной (Башмаков и др., 2025) отраслей, а также для электроэнергетики (Башмаков и др., 2026, Bashmakov, 2026).

Особое внимание в системах бенчмаркинга уделяется выбору эталонного значения. В практике углеродного и энергетического регулирования для разных целей используются разные уровни бенчмарков, определяемых на основе выборки предприятий, ранжированных по удельным расходам энергии или по удельным выбросам ПГ:

- лучшее значение в выборке (может быть невоспроизводимым при наличии уникальных условий производства);
- среднее значение для первого дециля компаний или объемов выпуска продукции;
- уровень, замыкающий:
 - первый дециль;
 - первые 20%;
 - первый квартиль;
 - 90% от среднего значения;
- среднее значение;
- уровень, замыкающий первые 80% или первые 90%;
- значения индикативных показателей, определяемые в соответствии с методикой **ГОСТ Р 113.00.30-2023**.

Системы бенчмаркинга по удельным расходам топлива и выбросам ПГ являются очень информационно емкими. Требуется значительные усилия по сбору необходимой информации. Как правило, из-за недостатка данных проведение эффективного регулярного бенчмаркинга по уровням удельных выбросов ПГ на основе имеющихся данных Росстата, НДК, справочников ИТС невозможно. Требуется формирование специально разработанных форм-анкет, данные которых вводятся в калькуляторы для проведения эффективного бенчмаркинга (Башмаков и др., 2021; 2023; 2024; 2025; 2026 xxxxx). Для формирования материальных и энергетических балансов и балансов ПГ на предприятиях по производству азотной кислоты необходимо иметь информацию о поставках ресурсов (сырья и энергии) извне и отпуске готовой продукции и избыточного тепла сторонним потребителям. При заполнении вопросников для системы бенчмаркинга важно контролировать корректность заполнения данных. Этой цели должны служить указанные в вопросниках диапазоны возможных значений удельных расходов материалов и энергии, удельных выходов побочных продуктов и отходов. При оценке выбросов по охватам 2 и 3 для отдельных составляющих в системах бенчмаркинга часто используются вмененные коэффициенты удельных выбросов ПГ.

2.9 Неопределенности и пробелы в знаниях

Основные неопределенности в оценках выбросов ПГ в НДК касаются данных о фугитивных выбросах, выбросах при производстве азотной кислоты и нетто-выбросах в секторе ЗИЗЛХ. Высокая степень неопределенности сильно осложняет формулировку целевых заданий по контролю за выбросами ПГ как в этих секторах, так и в целом по экономике, и осложняет или делает невозможным введение механизмов регулирования выбросов ПГ.

Данные как НДК, так и отчетности компаний по выбросам, согласно приказу Минприроды России № 371, имеют ограниченную ценность. На их основе нельзя полноценно оценить ни объемы всех источников прямых выбросов ПГ от производства конкретного вида продукции

по охвату 1, ни выбросы по охватам 2 и 3, что снижает ценность имеющейся официальной отчетности для запуска механизмов регулирования выбросов ПГ. Важным элементом углеродного регулирования являются системы бенчмаркинга по углеродному следу. Их формирование возможно только при налаживании отчетности компаний по удельным выбросам ПГ при производстве основных видов углеродоемкой продукции.

После 2019 года интегральный технический потенциал снижения выбросов ПГ для России не оценивался. Это явный пробел в знаниях, без которого сложно формулировать задания по снижению выбросов в отдельных секторах.

Литература

Башмаков И. 2024. Оценка потенциала экономии энергии в нефтегазовом секторе России. Нефтегазовая вертикаль. №10 (524). Октябрь 2024.

Башмаков И. А., Борисов К. Б., Дзедзичек М. Г., Лунин А. А., Лебедев О. В., Скобелев Д. О., Гусева Т. В. 2026. Бенчмаркинг энергоэффективности и углеродоемкости производства энергии на тепловых электростанциях в Российской Федерации. Москва: Изд-во «Перо», 2026. – 356 с. ISBN 978-5-00270-925-0 <https://cenef-xxi.ru/articles/benchmarking-energoeffektivnosti-i-uglerodoemkosti-proizvodstva-energii-na-tes-v-rossijskoj-federacii-kniga-cepp-i-cenef-xxi>

Башмаков И. А. 2013. Разработка комплексных долгосрочных программ энергосбережения и повышения энергоэффективности: методология и практика, диссертация на соискание степени доктора экономических наук: ИНП РАН, 2013.

Башмаков И. А. 2024. Динамический единый топливно-энергетический баланс России – реальная оценка энергоэффективности страны. Энергосбережение №4, 2024. https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=8729; https://www.abok.ru/for_spec/articles/43/8729/tab.pdf

Башмаков И. А. 2025. Идеальной схемы построения единого энергобаланса нет. Энергосбережение №5, 2025 https://www.abok.ru/for_spec/articles/45/9112/9112.pdf

Башмаков И. А., Е. Н. Потапова, К. Б. Борисов, О. В. Лебедев, Т. В. Гусева. 2023. Декарбонизация цементной отрасли и развитие систем экологического и энергетического менеджмента. *Строительные материалы*. 2023. №9, С. 4-12. DOI: <http://doi.org/10.31659/0585-430X-2023-817-9-4-12>

Башмаков И.А., Лебедев О.В., Гусева Т.В. 2024. Система бенчмаркинга углеродоемкости производства керамических изделий // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. т. 26, № 2, 2024. С. 152-162. DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-2-152-164.

Башмаков И. А., Мышак А. Д. 2012а. Факторы, определившие динамику выбросов парниковых газов в секторе «Энергетика» России. Анализ на основе данных национального кадастра. – М.: АНО «Метеоагентство Росгидромета», 2012. 131 с.

Башмаков И. А., Мышак А. Д. 2012б. Факторный анализ эволюции российской энергоэффективности: методология и результаты // Вопросы экономики. – 2012. № 10. – С. 117-131.

Башмаков И. А., Скобелев Д. О., Борисов К. Б., Гусева Т. В. 2021. Системы бенчмаркинга по удельным выбросам парниковых газов в черной металлургии // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. 2021. Т. 77. № 9. С. 1071-1086. Doi: 10.32339/0135-5910-2021-9-1071-1086.

- 1 Башмаков И. А., Борисов К. Б., Гусева Т. В., Дзедзичек М. Г., Лебедев О. В., Лунин А. А. 2026.
2 Бенчмаркинг углеродоемкости производства энергии на тепловых электростанциях
3 Российской Федерации, *Фундаментальная и прикладная климатология*, т. 12, № 1, с. 33-
4 66, doi:10.21513/2410-8758-2026-1-33-66.
- 5 Bashmakov, I.A., Borisov, K.B., Guseva, T.V., Dzedzichek, M.G., Lebedev, O.V., Lunin, A.A. 2026.
6 Benchmarking the carbon intensity of energy production at Russian thermal power plants,
7 *Fundamental and Applied Climatology*, vol. 12, no. 1, pp. 33-66, doi:10.21513/2410-8758-2026-
8 1-33-66.
- 9 Башмаков, И. А., Лебедев, О. В., Борисов, К. Б., Гусева, Т. В. 2025. Система бенчмаркинга по
10 энергоэффективности и удельным выбросам парниковых газов при производстве аммиака,
11 *Фундаментальная и прикладная климатология*, т. 11, № 3, с. 316-337, doi:10.21513/2410-
12 8758-2025-3-316-337.
- 13 Башмаков, И. А., Лебедев, О. В., Борисов, К. Б., Гусева, Т. В. 2026. Система бенчмаркинга по
14 энергоэффективности и удельным выбросам парниковых газов при производстве азотной
15 кислоты. (В печати).
- 16 Башмаков, И. А., Мышак, А. Д., Башмаков, В. А., Башмаков, В. И., Борисов, К. Б., Дзедзичек,
17 М. Г., Лунин А. А., Лебедев, О. В., Шишкина Т. Б. 2023. Оценка вклада технологического
18 фактора в повышение энергоэффективности и в динамику выбросов ПГ в секторе
19 «энергетика» России. *Фундаментальная и прикладная климатология*, т. 9, № 4, 2023. С.
20 210-248, doi:10.21513/2410-8758-2023-4-210-248.
- 21 ИТС 2-2022 «Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот». Бюро
22 НДТ и Росстандарт. Москва. 2022.
- 23 Кренке А. Н., А. В. Птичников, Е. А. Шварц, И. К. Петров. 2021. Величина баланса углерода
24 лесов в национальной климатической политике России и Канады. Доклады Российской
25 Академии наук. Науки о земле, 2021, том 501, № 2, с. 231–236.
- 26 Лытов, В.М., Трофименко, Ю.В., Гинзбург, В.А., Якубович, А.Н., Шелмаков, С.В., Деянов, Д.А.,
27 Шашина, Е.В., Зеленова, М.С., Зайнулин, С.М. (2024). Актуализация оценок выбросов
28 парниковых газов от автомобильного транспорта в национальном кадастре за 2010-2021
29 гг., Экологический мониторинг и моделирование экосистем, т. XXXV, No 1-2, с. 101-123,
30 doi:10.21513/0207-2564- 2024-1-2-101-123.
- 31 Лытов В.М., Трофименко Ю.В., Гинзбург В.А., Якубович А.Н., Шелмаков С.В., Деянов Д.А.,
32 Шашина Е.В., Зеленова М.С., Зайнулин С.М. 2026. Транспортная модель и оценка
33 выбросов ПГ от дорожного и внедорожного транспорта. В сборнике: Развитие Российской
34 системы расчетного мониторинга антропогенных потоков климатически активных
35 веществ. Кб. Антропогенные выбросы: кадастр. Москва, 2026. С. 92-114.
- 36 Методика ЕМЕР/ЕЕА, 2023 ЕМЕР/ЕЕА air pollutant emission inventory guidebook 2023. 1.A.4
37 Non-road mobile machinery 2023. – URL: [https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-](https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2023/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-4-non-road/view)
38 [guidebook-2023/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-4-non-](https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2023/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-4-non-road/view)
39 [road/view](https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2023/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-4-non-road/view)
- 40 МЭР РФ. 2019. Приказ Министерства экономического развития Российской Федерации от
41 1 августа 2019 г. № 471 «Об утверждении методики расчета энергоемкости валового
42 внутреннего продукта Российской Федерации и оценки вклада отдельных факторов в
43 динамику энергоемкости валового внутреннего продукта Российской Федерации».

- 1 Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции
2 поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, за 1990-
3 2017 гг. Москва. 2019.
- 4 НДК. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов парниковых газов из
5 источников и их абсорбции поглотителями за 1990–2024 гг.
6 https://unfccc.int/sites/default/files/resource/RUS_NID_2026_vol1.pdf и за более ранние годы,
7 начиная с 2007 г.
- 8 ЦЭНЭФ-XXI. 2019. Основные направления стратегии долгосрочного развития экономики
9 Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года. Шифр
10 темы: 0501-13-19.
- 11 Шанин В.Н., Фролов П.В., Коротков В.Н. Всегда ли искусственное лесовосстановление может
12 быть лесоклиматическим проектом? // Вопросы лесной науки. 2022. Т. 5. № 2. Ст. 106. 37
13 с. DOI: 10.31509/2658-607X-202252-106.
- 14 Ang B. W., Choi K. H. (1997). Decomposition of Aggregate Energy and Gas Emission Intensities for
15 Industry: A Refined Divisia Index Method // The Energy Journal. Vol. 18, No 3. P. 59–73.
- 16 Ang B. W., Lue F. L. (2001). A New Decomposition Method: Perfect in Decomposition and Consistent
17 in Aggregation // Energy. Vol. 26. P. 537–548.
- 18 Ang B. W., Mu A. R., Zhou P. (2010). Accounting Framework for Tracking Energy Efficiency Trends
19 // Energy Economics. Vol. 32. P. 1209–1219.
- 20 Bashmakov I. 1993. Costs and benefits of CO₂ emission reduction in Russia: presentation at a
21 Workshop Costs, Impacts, and Benefits of CO₂ Mitigation on 28-30 September 1992. IIASA //
22 Kaya Y., Nakichenovich N., Nordhouse W., Toth F. editors. – Laxenburg, 1993. P. 453-474.
- 23 Bashmakov I. Greenhouse gas emissions inventory of the Soviet Union: Energy related emission, 1988.
24 – Washington, 1992. – 36 p.
- 25 Bashmakov I. and A. Myshak. 2014. Russian Energy Efficiency Accounting System // Energy
26 Efficiency. – 2014. Vol. 07, Issue 05, DOI 10.1007/s12053-014-9252-z.
- 27 Bashmakov I., A. Myshak, V.A. Bashmakov, V.I. Bashmakov, K. Borisov, M. Dzedzichuk, A. Lunin,
28 O. Lebedev, T. Shishkina. 2023. Russian energy balance, energy efficiency, and energy-related
29 GHG emission accounting system // Energy Efficiency, 2023. DOI: 10.1007/s12053-023-10132-
30 6.
- 31 Bashmakov Igor, Anna Myshak, Vladimir A. Bashmakov, Vladimir I. Bashmakov, Konstantin Borisov,
32 Maxim Dzedzichuk, Alexey Lunin, Oleg Lebedev, Tatiana Shishkina. 2023. Russian energy
33 balance, energy efficiency, and energy-related GHG emission accounting system // Energy
34 Efficiency, 2023. DOI: 10.1007/s12053-023-10132-6.
- 35 Bashmakov, I.A., L.J. Nilsson, A. Acquaye, C. Bataille, J.M. Cullen, S. de la Rue du Can, M.
36 Fischedick, Y. Geng, K. Tanaka. 2022. Industry. In IPCC, 2022: Climate Change 2022:
37 Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment
38 Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al
39 Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M.
40 Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press,
41 Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926.013
- 42 Choi Ki-H., Ang B. W. (2012). Attribution of Changes in Divisia Real Energy Intensity Index – An
43 Extension of Index Decomposition Analysis // Energy Economics. Vol. 34. P. 171–176.

- 1 Chomel, M., DesRochers, A., Baldy, D., Larchevêque, M., and Gauquelin, T. (2014). Non-additive
2 effects of mixing hybrid poplar and white spruce on aboveground and soil carbon storage in
3 boreal plantations. *For. Ecol. Manage.* 328, 292–299. doi: 10.1016/j.foreco.2014.05.048
- 4 Crippa, M., Guizzardi, D., Pagani, F., Banja, M., Muntean, M. et al. 2025. GHG emissions of all world
5 countries – 2025 Report, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2025,
6 https://data.europa.eu/doi/10.2760/9816914_JRC143227.
- 7 Dhakal, S., J.C. Minx, F.L. Toth, A. Abdel-Aziz, M.J. Figueroa Meza, K. Hubacek, I.G.C. Jonckheere,
8 Yong-Gun Kim, G.F. Nemet, S. Pachauri, X.C. Tan, T. Wiedmann, 2022: Emissions Trends and
9 Drivers. In IPCC, 2022: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of
10 Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate
11 Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M.
12 Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley,
13 (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi:
14 10.1017/9781009157926.004
- 15 EDGAR, 2025 (Emissions Database for Global Atmospheric Research) Community GHG Database (a
16 collaboration between the European Commission, Joint Research Centre (JRC), the International
17 Energy Agency (IEA), and comprising IEA-EDGAR CO₂, EDGAR CH₄, EDGAR N₂O,
18 EDGAR F-GASES version EDGAR_2025_GHG (2025) European Commission.
- 19 European Commission. 2025. Brussels, 16.12.2025. C (2025) 8552 final. Laying down rules for the
20 application of Regulation (EU) 2023/956 of the European Parliament and the Council as regards
21 the establishment of default values.
- 22 European Commission. 2025. Brussels, 16.12.2025. C(2025) 8552 final. ANNEXES 1 to 4.
23 ANNEXES to the Commission Implementing Regulation laying down rules for the application
24 of Regulation (EU) 2023/956 of the European Parliament and the Council as regards the
25 establishment of default values. ANNEX I – Default values for goods imported into the customs
26 territory of the Union, except for electricity.
- 27 Fertilizers Europe. 2024. Carbon Footprint Calculator for Fertilizer Products Specification. April 2024.
28 <https://www.fertilizerseurope.com/initiatives/carbon-footprint-calculator/>
- 29 Harris N.L., Gibbs D.A., Baccini A., et al. Global Maps of Twenty-first Century Forest Carbon Fluxes
30 // *Nature Climate Change*. 2021. V. 11. P. 234–240.
- 31 Hasanbeigi A. 2025. Steel Climate Impact 2025 An International Benchmarking of Energy and GHG
32 Intensities.
33 [https://static1.squarespace.com/static/5877e86f9de4bb8bce72105c/t/68f30ceebdbccf7dc6b7c87](https://static1.squarespace.com/static/5877e86f9de4bb8bce72105c/t/68f30ceebdbccf7dc6b7c877/1760759022538/Steel+benchmarking+-10.10.2025-E.1.pdf)
34 [7/1760759022538/Steel+benchmarking+-10.10.2025-E.1.pdf](https://static1.squarespace.com/static/5877e86f9de4bb8bce72105c/t/68f30ceebdbccf7dc6b7c877/1760759022538/Steel+benchmarking+-10.10.2025-E.1.pdf)
- 35 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. 2006. [https://www.ipcc-](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html)
36 [nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html)
- 37 IPCC. 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
38 Volume 3: Industrial Processes and Product Use. Chapter 3. Chemical industry emissions. 3.3
39 Nitric acid production.
- 40 Jörß W., S. Ludig and L. Schneider. 2023. Mitigation potentials for emissions of nitrous oxide from
41 chemical industry in industrialised countries world-wide. Öko-Institut e.V.
42 <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/NACAG-N2O-mitigation-potentials.pdf>
- 43 Kaya Y. 1989. Impact of Carbon Dioxide Emission Control on GNP Growth: Interpretation of
44 Proposed Scenarios.

- 1 Lamb, W.F., Wiedmann, T., Pongratz, J., Andrew, R., Crippa, M., Olivier, J.G.J., Wiedenhofer, D.,
2 Mattioli, G., Khouradajie, A.A., House, J., Pachauri, S., Figueroa, M.J., Saheb, Y., Slade, R.,
3 Hubacek, K., Sun, L., Ribeiro, S.K., Khennas, S., de la Rue du Can, S., Chapungu, L., Davis,
4 S.J., Bashmakov, I., Dai, H., Dhakal, S., Tan, X., Geng, Y., Gu, B., Minx, J.C. (2021). A Review
5 of Trends and Drivers of Greenhouse Gas Emissions by Sector from 1990 to 2018, *Environmental*
6 *Research Letters*, vol. 16(7), 073005, available at: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abee4e>
- 7 Lee, J., Kim, J., 2021. A Decomposition Analysis of the Korean Manufacturing Sector: Monetary vs.
8 Physical Outputs. *Sustainability* 2021, 13, 6192. <https://doi.org/10.3390/su13116192>
- 9 Liu, L. C., Kuchma, O., and Krutovsky, K. (2018). Mixed-species versus monocultures in plantation
10 forestry: development, benefits, ecosystem services and perspectives for the future. *Glob. Ecol.*
11 *Conserv.* 15:e00419. doi: 10.1016/j.gecco.2018.e00419
- 12 Malyavin, A. (2021): Unterstützung bei der Umsetzung der NACAG Initiative in der Russischen
13 Föderation. GIZ / NACAG.
- 14 Nesterenko, N., Vetrova, M., and Abakumov, E. (2025). Comparative assessment of the economic
15 efficiency of the afforestation project in the North-West of Russia. *Sustainability* 17:4007. doi:
16 10.3390/su17094007
- 17 Romanovskaya A.A., Korotkov V.N., Polumieva P.D., Trunov A.N., Vertyankina V.Yu., Karaban R.T.
18 Greenhouse gas fluxes and mitigation potential for managed lands in the Russian Federation //
19 Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. — 2019. —
20 <https://doi.org/10.1007/s11027-019-09885-2>.
- 21 Schepaschenko D., Moltchanova E., Fedorov S., et al. Russian Forest Sequesters Substantially More
22 Carbon than Previously Reported // *Sci Rep.* 2021. 11. 12825.
- 23 Shvarts E.A., Pyzhev A.I., Baybar A.S. 2026. Coniferous vs. deciduous: why it is important to optimize
24 the reforestation in Russia to save forests and preserve more carbon? // *Frontiers in Forests and*
25 *Global Change.* 2026. Vol. 9. 1763500. DOI: 10.3389/ffgc.2026.1763500.
- 26 Tibrewal K, Ciais P, Saunois M et al. 2024. Assessment of methane emissions from oil, gas and coal
27 sectors across inventories and atmospheric inversions. *Commun Earth Environ* 5:26.
28 <https://doi.org/10.1038/s43247-023-01190-w> | www.nature.com/commsenv
- 29 Trofimenko et al, 2025 Trofimenko, Y.V., Ginzburg, V.A., Yakubovich, A.N., Lytov, V.M., Shelmakov,
30 S.V., Zelenova, M.S. (2025). Improved methodology for the calculated monitoring of greenhouse
31 gas emissions from the activities of road and off-road transport in the Russian Federation. *Civil*
32 *Aviation High Technologies*, vol. 28, no. 1, pp. 78–96. DOI: 10.26467/2079-0619- 2025-28-1-
33 78-96 <https://avia.mstuca.ru/jour/article/view/2502/1426>
- 34 Trofimenko et al, 2023 Trofimenko Y. V., Yakubovich A. N. and Lytov V. M. (2023). Development of
35 Approaches to Updated Database on the Vehicle Fleet of Various Countries for Assessing Gross
36 Greenhouse Gas Emissions; 2023 Intelligent Technologies and Electronic Devices in Vehicle and
37 Road Transport Complex (TIRVED), Moscow, Russian Federation, pp. 1-5,
38 doi:10.1109/TIRVED58506.2023.10332670.
- 39 United Nations Environmental Programme (2025). Emissions Gap Report 2025: Off target – Continued
40 collective inaction puts global temperature goal at risk [Olhoff, A., chief editor; Lamb, W.;
41 Kuramochi, T.; Rogelj, J.; den Elzen, M.; Christensen, J.; Fransen, T.; Pathak, M.; Tong, D.
42 (eds)]. Nairobi. <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/48854>

- 1 Vidovic, D., Marmier, A., Zore, L. and Moya, J. Greenhouse gas emission intensities of the steel,
2 fertilisers, aluminium and cement industries in the EU and its main trading partners. Publications
3 Office of the European Union, Luxembourg, 2023, doi:10.2760/359533, JRC134682.
- 4 Waring B, Neumann M, Prentice IC, Adams M, Smith P and Siegert M (2020) Forests and
5 Decarbonization – Roles of Natural and Planted Forests. *Front. For. Glob. Change* 3:58. doi:
6 10.3389/ffgc.2020.00058
- 7 WSA. 2021. CO2 Data Collection User Guide, version 10. WSA. Review 2021. 2 July 2021 | Henk
8 Reimink & Felipe Maciel.