

О методических подходах к определению углеродного следа

© 2022. **Б. И. Кочуров¹**, д. г. н., профессор,
М. Ю. Глуховская², к. т. н., доцент,
М. Ю. Гарицкая², к. б. н., доцент,
Т. А. Евстифеева², к. с-х. н., доцент,

¹Институт географии Российской академии наук,
 119017, Россия, г. Москва, Старомонетный переулок, д. 29,
²Оренбургский государственный университет,
 460015, Россия, г. Оренбург, пр. Победы, д. 13,
 e-mail: info@ecoregion.ru, commarina97@mail.ru

В настоящий момент проблема изменения климата, связанная с выбросами в атмосферу парниковых газов (ПГ), является одной из актуальных в обществе. В статье отмечено, что на протяжении последних десятилетий для решения вопросов, связанных с глобальной климатической повесткой, разрабатываются и совершенствуются экономические механизмы ответственности для эмитентов парниковых газов. Одним из новшеств является принятие Европарламентом в 2021 году механизма трансграничного регулирования посредством внедрения дополнительного сбора с товаров, в процессе производства которых выделяется большое количество ПГ. На международном и национальном уровнях принят ряд договоренностей и законодательных актов, направленных на снижение выбросов климатически активных газов и создан ряд организаций, занимающихся вопросами в сфере углеродного регулирования. В работе представлена ретроспектива основных документов, направленных на регулирование выбросов ПГ, принятых в Российской Федерации.

Авторами рассмотрены основы методического обеспечения углеродного регулирования. Показано, что для определения величины полного углеродного следа хозяйственной и иной деятельности, необходим учёт выделения парниковых газов на всех этапах жизненного цикла продукции и услуг. В статье говорится о существовании методик или программных продуктов, помимо официальных, позволяющих рассчитать углеродный след каждого человека.

Отмечено, что на национальном уровне в сферу обязательного учёта не включены выбросы ПГ, связанные с деятельностью компании, но образующиеся за пределами территории отчитывающейся организации, что не позволяет оценить фактическую величину углеродной нагрузки.

Ключевые слова: углеродный след, углеродное регулирование, экологическое законодательство, парниковый эффект, парниковые газы.

On methodological approaches to determining the carbon footprint

© 2022. **B. I. Kochurov¹** ORCID: 0000-0002-8351-3658[†] **M. Yu. Glukhovskaya²** ORCID: 0000-0001-8576-1447[†]
M. Yu. Garitskaya² ORCID: 0000-0003-2292-5859[†] **T. A. Evstifeeva²** ORCID: 0000-0002-0021-8718[†]

¹Institute Geography of Russian Academy of Sciences,
 29, Staromonetnyy Pereulok, Moscow, Russia, 119017,

²Orenburg State University,

13, Pobedy Ave., Orenburg, Russia, 460015,

e-mail: info@ecoregion.ru, commarina97@mail.ru

At the moment, the problem of climate change associated with greenhouse gases (GHG) emissions into the atmosphere is one of the most urgent in society. The article notes that over the past decades, in order to address issues related to the global climate agenda, economic liability mechanisms for emitters of greenhouse gases have been developed and improved. One of the innovations is the adoption by the European Parliament in 2021 of a mechanism for cross-border regulation through the introduction of an additional fee on goods that emit a large amount of GHG during the production process. At the international and national levels, a number of agreements and legislative acts have been adopted aimed at reducing emissions of climate-active gases and a number of organizations have been created dealing with issues in the field of carbon regulation. The paper presents a retrospective of the main documents aimed at regulating GHG emissions adopted in the Russian Federation.

The authors have considered the fundamentals of methodological support of carbon regulation. It is shown that in order to determine the value of the full carbon footprint of economic and other activities, it is necessary to take into account the emission of greenhouse gases at all stages of the life cycle of products and services. The article talks about the existence of methods or software products, in addition to official ones, that allow calculating the carbon footprint of each person.

It is noted that at the national level, the scope of mandatory accounting does not include GHG emissions associated with the company's activities, but generated outside the territory of the reporting organization, which does not allow to estimate the actual value of the carbon load.

Keywords: carbon footprint, carbon regulation, environmental legislation, the greenhouse effect, greenhouse gases.

Одной из наиболее актуальных задач, объединяющих в настоящее время бизнес, промышленность и научное сообщество в целях сохранения климатической стабильности, является разработка глобальной системы экономических, технологических и организационных мер, позволяющих значительно снизить выброс парниковых газов (ПГ) в атмосферу Земли [1].

Мировое сообщество в целом, отдельные государства, крупные промышленные компании находятся в поиске новых подходов, направленных одновременно на решение глобально значимой климатической проблемы и сохранение экономической конкурентоспособности.

Цель работы – провести анализ полноты и качества методического обеспечения процесса определения углеродного следа хозяйственной и иной деятельности.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования являются механизмы углеродного регулирования на международном и национальном уровне. Предметом исследования были определены «Методические указания и руководства по количественному определению объёма выбросов парниковых газов организациями, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность в Российской Федерации» (утверждены Приказом Минприроды РФ от 30.06.2015 № 300), «Методические указания по количественному определению объёма косвенных энергетических выбросов парниковых газов» (Приказ Минприроды РФ от 29.06.2017 г. № 330), а также методические рекомендации по проведению добровольной инвентаризации объёма выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации (РФ) (Распоряжение Минприроды РФ от 16 апреля 2015 г. № 15-р).

В ходе исследования полноты и качества методического обеспечения в области углеродного регулирования применён комплексный подход, основанный на синтезе, дедукции, аналогии, измерении и применении элементов системного и ретроспективного анализа.

Результаты и обсуждение

Впервые более чем 180 стран мира объединились с целью решения проблем изменения климата на «Саммите Земли» в Рио-де-Жанейро в 1992 г., где была принята Рамочная конвенция ООН об изменении климата (РКИК ООН), вступившая в силу 21 марта 1994 г. Её положения были конкретизированы в Киотском протоколе [2].

В 2015 г. в рамках Парижского соглашения были актуализированы поставленные ранее Киотским протоколом задачи по снижению выбросов ПГ в атмосферный воздух. С момента заключения Парижского соглашения начался процесс создания международных и страновых императивов, позволяющих приступить к реализации экономических механизмов.

Переход мирового сообщества на путь реализации мер по повсеместному сокращению выбросов ПГ запустил процесс создания ряда международных структур, деятельность которых распространяется на круг вопросов в сфере климатических изменений. Результаты анализа систематизированных авторами данных представлены в таблице 1.

В рамках реализации инициатив, направленных на сокращение выбросов ПГ минимум на 55% к 2030 г. по сравнению с 1990 г. и достижение их нулевого уровня к 2050 г., 14 июля 2021 г. Еврокомиссия представила проект пакета климатического законодательства, включающий как новые предложения, так и поправки в существующие законы. Одной из новых и ключевых инициатив является внедрение механизма трансграничного углеродного регулирования (Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM), который предусматривает дополнительный сбор за импортируемые в ЕС товары, при производстве которых формируется значительный углеродный след.

Механизм пограничной углеродной корректировки (Carbon Border Adjustment Mechanism) будет вводиться постепенно. Так, с 2023 г. (упрощённая адаптивная схема) производителей обяжут отчитываться о размере углеродного следа своей продукции, а с 2026 –

Таблица 1 / Table 1

Международные организации в области углеродного регулирования
International organizations in the field of carbon regulation

Наименование структуры Structure name	Год создания Year of creation	Функции / Function
Международная база данных CDP (Carbon Disclosure Project)	Создана в 2002 г. CDP опирается на концепцию GRI по раскрытию информации об окружающей среде (ОС) Проект CDP официально запущен в России в 2009 г.	Способствует компаниям и городам раскрывать своё воздействие на ОС. Деятельность направлена на то, чтобы сделать экологическую отчётность и управление рисками бизнес-нормой, стимулируя раскрытие информации, понимание и действия в направлении устойчивой экономики
Фонд МСФО (IASB Foundation)	Образован в 2001 г. в ходе реорганизации системы МСФО, с января 2010 г. – Фонд МСФО	Создание единых стандартов, связанных с устойчивым развитием в условиях изменения климата. Направления деятельности актуализированы в 2021 г. на Конференции ООН по изменению климата (COP26) в Глазго
Совет по стандартам раскрытия информации о климате (CDSB – Climate Disclosure Standards Board, 31.01.2022 г. объединён в Фонд МСФО)	CDSB создан в 2007 г. Консолидация от 31.01.2022 г. подтверждает закрытие CDSB. Июнь 2022 г. – формирование Международного совета по стандартам устойчивого развития (ISSB)	Создание основы для отчётности об ОС и социальной информации, раскрытии финансовой информации, связанной с климатом (TCFD). Структура CDSB создана для представления экологической и социальной информации, технического руководства по климату, воде и в целях раскрытия информации о биоразнообразии
Международный совет по стандартам устойчивого развития International Sustainability Standards Board (ISSB)	Сформирован в 2021 г. Осуществляет свою деятельность под надзором Фонда МСФО	Создание базовых стандартов раскрытия информации в области устойчивого развития с целью обеспечения сопоставимости раскрываемой информации на финансовых рынках и в различных отраслях
Целевая группа по раскрытию финансовой информации, связанной с климатом Task Force on Climate Related Financial Disclosures (TCFD)	Учреждена в декабре 2015 г.	Оценка рисков, связанных с климатом в краткосрочной, среднесрочной и долгосрочной перспективе. Проводится опрос компаний об их отчётности, связанной с климатом и публикуются агрегированные результаты
Международная независимая организация по стандартизации Global Reporting Initiative (GRI)	Впервые созданная в 2000 г. система отчётности GRI	Составная часть деятельности – климатическая повестка. Свыше 10 тыс. организаций в 100 странах мира раскрывают данные по стандартам GRI – универсальные стандарты для отчётности в области устойчивого развития, а также отраслевые стандарты
Совет по стандартам учёта в области устойчивого развития Sustainability Accounting Standards Board (SASB)	Организация, основанная в 2011 г. для разработки стандартов. Стандарты запущены в ноябре 2018 г.	Созданы кодифицированные стандарты для 77 отраслей 11 секторов экономики. Ориентируются на влияние экологических, социальных и управленческих факторов (ESG) на финансовые показатели компаний, что приводит к необходимости стандартизированной отчётности данных ESG

платить особый сбор (полная реализация действия механизма).

В соответствии с действующей версией законодательства по климату, трансграничный

углеродный налог будет взиматься за экспорт товаров из следующих групп: цемент, чёрные металлы и сталь (в том числе трубы и рельсы), алюминий, нефть, газ и удобрения. Произ-

водство перечисленных наименований товаров сопровождается выбросом наибольших объёмов ПГ, в первую очередь, углекислого газа (carbon leakage) [3, 4].

Углеродный налог является для перечисленных производств рыночным инструментом, создающим фактическую цену на углерод. Он позволяет монетизировать ущерб окружающей среде с помощью количественной оценки издержек, которые придётся понести экономике и обществу в целом для преодоления негативных последствий выбросов ПГ. На практике реализация механизма углеродного регулирования осуществляется путём включения дополнительного сбора в стоимость импортируемой в ЕС продукции. Достижению цели перехода к углеродной нейтральности служит и создаваемая система торговли квотами на выброс ПГ (emissions trading system, ETS).

По состоянию на 2021 г. Всемирный банк насчитал 64 действующих или имеющих дату начала действия инициативы по углеродному ценообразованию. Инициативы охватывают 46 национальных и 35 субнациональных юрисдикций и покрывают 22,3% глобальных выбросов ПГ (22 Гт CO₂-экв) [5].

В РФ в настоящее время регулирование выбросов ПГ находится на начальном этапе развития.

В ходе исследований был проведён ретроспективный анализ процесса принятия основных документов, обеспечивающих углеродное

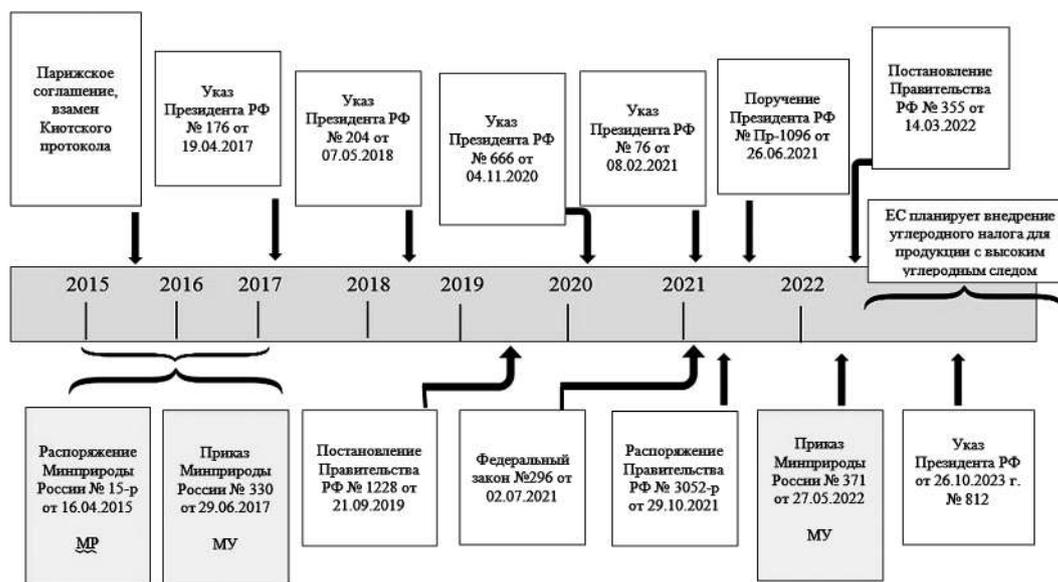
регулирование на национальном уровне, его результаты представлены на рисунке.

Существующее в РФ законодательное обеспечение направлено на уменьшение выбросов и, как следствие, уменьшение углеродного следа, который образуется в результате как промышленной, так и сельскохозяйственной деятельности. Юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие свою деятельность в заявленных сферах, являются носителями обязанностей в области ограничения выбросов ПГ [6–13].

В соответствии со статьёй 7 Федерального закона от 02.07.2021 № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов», к регулируемым с 1 января 2023 г. относятся организации, масса выбросов ПГ которых более 150 тыс. т углекислого газа в год, с 1 января 2024 г. – более 50 тыс. т [7].

Субъекты хозяйственной деятельности, попавшие под регуляторный механизм, должны ежегодно, до 1 июля следующего за отчётным года, представлять в уполномоченный федеральный орган исполнительной власти отчёты о выбросах ПГ, а также исходные сведения, на основании которых определена масса этих выбросов. Законодательством предусмотрена ответственность за несвоевременное представление такого отчёта, а также за представление в указанном отчёте недостоверной информации.

По этой причине многие предприятия заинтересованы в наличии чёткого и понятного



МУ – методические указания, МР – методические рекомендации

Рис. Основные документы по углеродному регулированию на национальном уровне
Fig. Documents on carbon regulation at the national level

механизма определения массы выбросов ПГ – углеродного следа своей производственной деятельности. В 2021 г. был принят ГОСТ 14067-2021, в тексте которого определены принципы, требования и рекомендации, предложенные действующими международными стандартами по оценке жизненного цикла продукции с установлением специальных требований к количественной оценке её углеродного следа.

Величина углеродного следа зависит от объёма прямых и косвенных выбросов, классифицируемых по 3-м категориям: Score 1, 2 и 3 [14].

Прямые – это эмиссия в результате функционирования источников выбросов ПГ, работающих на предприятии и находящихся в собственности, распоряжении или пользовании данной компании.

Косвенные выбросы связаны с деятельностью отчитывающейся организации, но источники эмиссии принадлежат другим компаниям.

Score 1 – это прямые выбросы ПГ из источников, принадлежащих компании, или же тех, на которые распространяется её контроль. К числу таких выбросов можно отнести, например, эмиссию ПГ от собственных котельных, генерирующих тепло и электроэнергию, технологических операций и процессов, деятельности, сопровождающей обращение с отходами производства и потребления. Фугитивные выбросы (организованные постоянные или залповые выбросы в результате удаления технологических газов, например, оксиды азота при осуществлении кальцинирующего обжига в цветной металлургии, углекислого газа при производстве окатышей в чёрной металлургии или выделение метана в процессе продувки скважин и проч.), также относятся к категории прямых выбросов, подлежащих определению и учёту.

К этой же категории относится выделение ПГ, связанное с физической или химической обработкой сырья и материалов, транспортировкой материалов, продуктов, отходов, а также персонала. Выделение ПГ в результате негерметичности оборудования, его поломок и обрывов также категоризируются как Score 1.

Score 2 («энергетические» выбросы) – это косвенная категория выбросов, поступающих в атмосферу при производстве энергии сторонними компаниями. Score 2 учитывает закупаемую, а не производимую на собственных мощностях энергию в виде, в том числе, пара, тепла, энергии для охлаждения чего-либо. Большое число компаний в качестве углеродного следа своей деятель-

ности будут оценивать преимущественно ПГ, выброшенные сторонними организациями в процессе генерирования тепла и энергии, которые затем продаются отчитывающемуся субъекту хозяйственной и иной деятельности. К инструментам сокращения величины углеродного следа в этом случае можно отнести финансирование инвестиционных проектов в области энергоэффективных технологий и энергосбережения.

Score 3 – область охвата, которая определяет выбросы, не учтённые Score 1 и 2. Это косвенные выбросы, связанные с деятельностью компании, но производимые на источниках, ею не контролируемых, например, эмиссия ПГ в процессе добычи сырья, с последующим изготовлением материалов, которые закупает компания, выбросы транспортных средств, которые перевозят приобретаемое ей топливо, материалы и оборудование, поступление климатически активных газов, связанные с утилизацией продукции, произведённой компанией по окончании срока её службы и т. д. Расчёт величины Score 3 необязателен на настоящий момент, но, по причине того, что вклад выбросов этой категории в суммарный углеродный след наиболее велик, регулирование таких выбросов в максимальной степени определяет эффективность управления ПГ [15, 16].

В РФ расчёт прямых выбросов в составе углеродного следа производится согласно методическим указаниям и руководству по количественному определению объёма выбросов ПГ, утверждённых Приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ 30.06.2015 № 300.

Для определённых категорий источников выбросов ПГ их количественное определение осуществляется с использованием следующих методов расчёта:

- с учётом данных о деятельности и коэффициентов выбросов;
- на основе данных материально-сырьевого баланса;
- на основе периодических измерений выбросов ПГ;
- на основе данных непрерывного мониторинга выбросов ПГ.

Согласно данной методики масса выбросов может определяться как по отдельным источникам, так и их группам, а также по предприятию в целом. Данным документом определены процессы (стационарное сжигание топлива, термическое окисление при сжигании на факелах, возникающие в результате технологических операций, авиационный

и железнодорожный транспорт, специфические технологические процессы в отраслях производства) и объём образования ПГ от которых подлежит учёту.

При расчёте прямых выбросов от стационарных источников, связанных со сжиганием топлива, учитываются данные о деятельности промышленного объекта, вид топлива и объём его сжигания за расчётный период, универсальные коэффициенты выбросов ПГ, такие как коэффициенты окисления, перевода в тонны условного топлива и перевода в энергетические единицы. При расчёте количества выбросов CO_2 от этой категории источников могут использоваться такие данные, как: компонентный химический состав газообразного топлива, содержание углерода в твёрдом и жидком топливе.

Величину выбросов ПГ при факельном сжигании определяют, прежде всего, по расходу углеводородной смеси на установке, характеристике подвергающейся термическому окислению смеси и коэффициенту недожога.

Расчёт фугитивных эмиссий CO_2 и CH_4 от организованных и неорганизованных источников, производимый на участках добычи нефти и газа, их транспортировки и хранения, основывается на определении объёма углеводородного сырья, пошедшего на технологические процессы, объёмы его отведения и напрямую зависит от содержания ПГ в углеводородной смеси.

Специфические выбросы ПГ для каждой из перечисленных в методическом документе технологий связаны либо с применением топлива в технологических процессах, которые не направлены на выработку энергии, либо с переработкой жидкого и твёрдого углеродсодержащего сырья, причём, чаще всего, это высокотемпературное воздействие на карбонатное сырьё, а также частичное окисление углеводородного сырья без значимого повышения температуры.

Для отдельных производств при проведении расчётов учитывается количество углеродсодержащего сырья, расходуемого на производство единицы продукции, объём производимой продукции, доля углерода в ней и в сырье, что позволяет отследить изменение углеродсодержащего ресурса в начале и в конце определяемого периода.

Косвенные энергетические выбросы ПГ рассчитываются согласно методических указаний, разработанных и утверждённых Министерством природных ресурсов и экологии РФ от 29.06.2017 года № 330. Данные методические

указания предназначены для всех организаций, осуществляющих свою деятельность на территории РФ и в соответствии с концепцией, утверждённой распоряжением Правительства РФ от 22.04.2015 года № 716-р, устанавливают порядок определения косвенных выбросов.

Министерством природных ресурсов и экологии РФ от 16.04.2015 г. за №15-р разработаны и утверждены методические рекомендации, в соответствии с которыми в субъектах РФ, помимо обязательной, предусмотрена и добровольная форма инвентаризации объёма выбросов ПГ. Данный документ включает в себя оценку выбросов ПГ для таких секторов как: энергетика, промышленные процессы и использование продукции, сельское хозяйство, отходы и учитывает только антропогенные источники выбросов ПГ.

В секторе «Энергетика» учитываются ПГ, выбрасываемые при сжигании топлива на территории субъекта для получения тепловой, электрической либо механической энергии, вне зависимости от того, какая отрасль экономики её в дальнейшем использует.

В категории «Транспорт» представлены механизмы оценки поступления CO_2 , CH_4 и N_2O от транспортных средств при использовании топлива.

Выбросы, образуемые в результате промышленных процессов и неэнергетического использования ископаемого топливного углерода, оцениваются в разделе «Промышленные процессы и использование продукции».

В разделе «Сельское хозяйство» представлены методы оценки выбросов ПГ, образующихся в результате внутренней ферментации удомашнего скота; в результате сбора и хранения навоза и помёта; при выращивании риса; известковании почв; сжигании растительных остатков.

Методы оценки выбросов двуокиси углерода (CO_2), метана (CH_4) и закиси азота (N_2O), которые образуются в результате захоронения и сжигания, представлены в разделе «Отходы».

В методике, утверждённой Приказом Минприроды РФ № 300 определены категории источников выбросов и ПГ, подлежащие обязательному учёту. Методика расчёта количества ПГ учитывает специфику технологических процессов различных источников. Например, при производстве цемента, расчёт выбросов CO_2 производится на основе данных о расходе карбонатного сырья (вид и масса карбоната, степень кальцинирования и коэффициент выбросов, в том числе в составе цементной пыли, не возвращённой в обжиговую печь) и углеродсодержащих нетопливных

Таблица 2 / Table 2

Выбросы CO₂ в технологических процессах производства цемента
CO₂ emissions from cement manufacturing processes

Сырьё Raw material	Содержание CaO в компоненте Content of CaO in component	Процент ввода компонента (т/т клинкера) Percentage of component input (tn/tn of clinker)	CaO в клинкере от компонента CaO in clinker from component	Доля CaO Share of CaO	Коэффициент выбросов CO ₂ (EFi) для CaO CO ₂ emission factor (EFi) for CaO	Итого ECO ₂ , т Total, tn
Известняк Limestone	52,59	89,00	47,02	0,74	0,785	1105106,00
Глина / Clay	8,83	10,00	0,92	0,01		
Шлак доменный Blast furnace slag	40,14	34,00	13,82	0,22		
Отходы ЭСПЦ Waste	29,13	7,00	1,98	0,03		

Таблица 3 / Table 3

Выбросы CO₂ в результате стационарного сжигания топлива (горючий природный газ)
CO₂ emissions from stationary fuel combustion (combustible natural gas)

Расход топлива, тыс. м ³ Fuel consumption, thousand m ³	Расход топлива, ТДж Fuel consumption, TJ	Производство клинкера, т Clinker production, tn	Коэффициент перевода (NCV _j ,y) т.у.т / т (тыс. м ³) Conversion factor to tons of reference fuel	Коэффициент выбросов (EFCO _{2j} ,y) Carbon oxidation coefficient		Коэффициент окисления углерода Emission factor	ECO ₂ , т, расчёт через тыс.м ³ calculated in thousand m ³ ECO ₂ , tn	ECO ₂ , т, расчёт через ТДж settlement through TJ
				тCO ₂ /т.у.т tonn	тCO ₂ /ТДж TJ			
148129,0	5158209115,0	1909676,9	1,154	1,59	54,4	0,995	271796,0	279204,0

материалов (вид, фактический расход и содержание углерода в составе).

Данные, полученные авторами при расчёте выбросов ПГ на примере предприятия по производству цемента с производительностью более 2000 тыс. т/год, представлены в таблице 2.

При определении прямых выбросов необходимо также учитывать объём и характеристики топлива, потребляемого для обеспечения предприятия энергией. Результаты проведённого расчёта эмиссии CO₂ в атмосферный воздух в результате сжигания топлива представлены в таблице 3.

Учитывая, что к прямым также относятся выбросы, связанные с транспортировкой, обязательным является расчёт объёма ПГ, поступающих в атмосферу в результате эксплуатации транспортных средств пред-

приятия. Объём выбросов зависит от пробега, типа и марки транспортного средства и вида топлива. В стандартных условиях автопарк промышленного предприятия представлен несколькими единицами легковых, грузовых автомобилей и автобусов. Пример расчёта выбросов ПГ в (тонны CO₂ = экв.) представлен в таблице 4.

Таким образом, прямые выбросы ПГ предприятия составляют 1377,092 тыс. т, в связи с чем, даже без учёта косвенных выбросов, аналогичные по производительности предприятия данной отрасли в соответствии со статьёй 7 Федерального закона от 02.07.2021 № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов», с 1 января 2023 г. подлежат включению в перечень регулируемых организаций, с которых будет взиматься углеродный налог при условии экспорта товарной продукции.

Таблица 4 / Table 4

Выбросы парниковых газов от транспортных средств
Greenhouse gas emissions from vehicles

Тип транспортного средства / вид топлива Type of vehicle / type of fuel	Количество единиц, шт Number of units, pcs	Расход на 100 км Consumption per 100 km	Количество потребляемого топлива, т Amount of fuel consumed, tons	Коэффициент выбросов С (тонны С/Дж) Emission factor C (tonnes C/J)	Коэффициент для пересчета выбросов С в CO ₂ Factor for converting C emissions to CO ₂	Коэффициент окисления углерода в топливе Carbon oxidation factor in fuel	Тепловорное нетто-значение (Дж/т) Calorific value net value (J/tn)	Выбросы парниковых газов (тонны CO ₂ = экв.) Greenhouse gas emissions (tonnes of CO ₂ = eq.)
Легковой транспорт / Passenger transport								
Kia Sorento /б	1	11,5	1,056	19,13	44/12	0,995	44,21	3,151
Toyota Camry /б	1	9,2	0,845	19,13				2,524
Nissan X-Trail/б	1	10,5	0,964	19,13				2,879
Грузовой транспорт / Freight transport								
Volvo 850 /д	2	25	2,648	19,98	44/12	0,995	43,02	16,15
Volvo fh 12 /д	4	43	4,555	19,98				55,552
MAN 18.463 /д	2	22	2,330	19,98				14,212
MAN 40.604 /б	2	41,3	3,794	19,13				22,654
ГАЗон Next /д	2	13,6	1,441	19,98				8,794
КамАЗ 65-22/д	3	44,3	4,692	19,98				42,921
Автобусы / Buses								
Воляшин 5270/д	1	35	3,708	19,98	44/12	0,995	43,02	11,305
ПАЗ 3201 /б	1	36	3,308	19,13				9,875
ИТОГО / TOTAL:								190,017

Примечание: б – бензин, д – дизель.
Note: б – gasoline, д – diesel.

Наряду с официально утверждёнными подходами к определению объёмов выбросов ПГ от крупных его эмиттеров существуют методики, дающие возможность каждому человеку рассчитать свой углеродный след и найти способы его минимизации. Для расчёта индивидуального углеродного следа разработаны программные продукты, позволяющие учитывать физиологические потребности; потребности, связанные с обеспечением определённого уровня жизни (количество, марка, год выпуска автомобиля, количество и дальность переездов и перелётов, состав и количество потребляемых продуктов питания и т. д.). Необходимость использования таких программ для выявления возможностей снижения эмиссии ПГ на уровне индивидуума определяется степенью его осведомлённости и экологической мотивированности. На законодательном уровне это не является обязательным.

Заключение

Таким образом, проблема расчёта и снижения углеродного следа с целью уменьшения риска глобального потепления, нашла отражение в документах, принятых на международном, национальном уровнях и на уровне отдельных организаций. Разработано множество методических подходов и методов, позволяющих рассчитать углеродный след полного жизненного цикла продукции или услуг, но актуальным остаётся вопрос полноты сведений, полученных от организаций, определения перечня данных, которыми можно пренебречь. При этом основная ответственность за объём представляемой информации и её достоверность накладывается на производителей.

References

1. Gordeeva E.M., Pugach V.N. The Paris agreement and “Climate Neutrality”, the role of the land use sector // *Theoretical and Applied Ecology*. 2021. No. 3. P. 219–227 (in Russian). doi: 10.25750/1995-4301-2021-3-219-227
2. Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change Kyoto 11.12.1997 // *Byulleten mezhdunarodnykh dogovorov*. 2005. No. 5. P. 3–23 (in Russian).
3. Syrchina N.V., Bogatyreva N.N., Ashikhmina T.Ya. Phosphorite tailings from the Vyatsko-Kama deposit // *Theoretical and Applied Ecology*. 2021. No. 2. P. 107–114 (in Russian). doi: 10.25750/1995-4301-2021-2-107-114
4. Dakieva K.Z., Tsyganov A.P., Egorina A.V., Sharipkhanova A.S., Sedelev V.A., Sadykanova G.E., Chursin A.S. The effect of work environment on the biochemical profile of workers operating at the Ust-Kamenogorsk titanium and

- magnesium plant // *Toxicology and Industrial Health*. 2020. V. 36. P. 591–603. doi: 10.1177/0748233720941731
5. State and Trends of Carbon Pricing 2021. Washington, DC: World Bank, 2021. 86 p. doi: 10.1596/978-1-4648-1728-1
6. Decree of the President of the Russian Federation No. 666 of 04.11.2020 “On reducing greenhouse gas emissions” [Internet resource] <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202011040008> (Accessed: 02/14/2022) (in Russian).
7. Federal Law No. 296-FZ of July 2, 2021 “On Limiting Greenhouse Gas Emissions” [Internet resource] <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107020031> (Accessed: 14.02.2022) (in Russian).
8. Order of the President of the Russian Federation dated June 26, 2021 No. Pr-1096 “List of orders following the results of the St. Petersburg International Economic Forum” [Internet resource] <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401294657/> (Accessed: 14.02.2022) (in Russian).
9. Decree of the President of the Russian Federation of 07.05.2018 No. 204 “On national goals and strategic objectives of the development of the Russian Federation for the period up to 2024” [Internet resource] <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201805070038> (Accessed: 14.02.2022) (in Russian).
10. Decree of the Government of the Russian Federation of September 24, 2019 No. 1228 “On the Adoption of the Paris Agreement” [Internet resource] <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201909240028> (Accessed: 14.05.2021) (in Russian).
11. Decree of the Government of the Russian Federation No. 3052-r dated October 29, 2021 [Internet resource] <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202111040022> (Accessed: 14.02.2022) (in Russian).
12. Decree of the President of the Russian Federation of April 19, 2017 No. 176 “On the Strategy for Environmental Security of the Russian Federation for the period up to 2025” [Internet resource] <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201704200016> (Accessed: 14.02.2022) (in Russian).
13. Decree of the President of the Russian Federation of February 8, 2021 No. 76 “On measures to implement the state scientific and technical policy in the field of environmental development of the Russian Federation and climate change” [Internet resource] <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202102080007> (Accessed: 14.02.2022) (in Russian).
14. Federal Register EPA; 40 CFR Part 98; e-CFR, June 13, 2017 [Internet resource] https://www.ecfr.gov/cgi-bin/textidx?SID=ae265d7d6f98ec86fed8640b9793a3f6&mc=true&node=pt40.23.98&rgn=div5#ap40.23.98_19.1 (Accessed: 01.02.2022).
15. Glukhovskaya M.Yu., Evstifeeva T.A., Grivko E.V. Ecological assessment of the territory taking into account the functional heterogeneity of lands of certain categories // *Samara Scientific Bulletin*. 2019. V. 8. No. 2 (27). P. 23–28 (in Russian).
16. Glukhovskaya M.Yu., Garitskaya M.Yu., Evstifeeva T.A. Influence of anthropogenic transformation of ecosystems on the stability of regional territories // *Znanstvena misel*. 2022. V. 1. No. 63. P. 6–9 (in Russian).