

АНТРОПОГЕННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ С ТЕРРИТОРИИ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.В. Двоеглазова^{1,2}, Б.В. Чубаренко², Я.А. Козлова³

¹ Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия; Атлантическое отделение Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Калининград, Россия, nadya2eyes@mail.ru

² Атлантическое отделение Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Калининград, Россия, chuboris@mail.ru.

³ Министерство природных ресурсов и экологии Калининградской области, Калининград, Россия, ya.kozlova@gov39.ru

По данным об объеме сожженного котельно-печного топлива за 2013—2016 гг. по методикам МГЭИК был рассчитан объем эмиссии углекислого газа, метана и диоксида азота от стационарных источников и автотранспорта для Калининградской области. Основной вклад вносит сжигание топливно-энергетических ресурсов. По оценкам для 2016 г. эмиссия от автотранспорта (2032,87 Гг CO₂ экв.) в 1,86 раз меньше, чем от сжигания ископаемого топлива за этот же год (3914,79 Гг CO₂ экв.), и составляет 34,5 % общей эмиссии. На углекислый газ приходится основная доля выбросов парниковых газов на территории Калининградской области, около 12 % которых поглощают леса области.

Ключевые слова: эмиссия, парниковые газы, углекислый газ, метан, закись азота, Калининградская область

ANTHROPOGENIC COMPONENT OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS FROM THE TERRITORY OF THE KALININGRAD REGION

N.V. Dvoeglazova¹, B.V. Chubarenko², Y.A. Kozlova³

¹ Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia; Atlantic Branch of the Shirshov Institute of Oceanology RAS, Kaliningrad, Russia

² Atlantic Branch of the Shirshov Institute of Oceanology RAS, Kaliningrad, Russia

³ Ministry of Natural Resources and Ecology of the Kaliningrad Region, Kaliningrad, Russia

The increase in greenhouse gases in the atmosphere is influenced to a greater extent by a degree of development of industry, a growth of electrification, deforestation, and the burning of fuel for the production of heating and electricity. The contribution of emissions of each of these factors and the ratio of greenhouse gases in them should be taken into account when developing the measures to prevent climate change. According to calculations of emissions from the territory of the Kaliningrad region the burning of fuel and energy resources are supposed to be playing the main role in the greenhouse gas emission from the territory of the Kaliningrad region. In statistical reference books this activity is described as the “activities for the production and distribution of electricity, gas and water.” The usage of this fuel in the energy sector is increasing: from 1742.4 thousand tons of standard fuel in 1991 up to 2193.9 in 2016. Such little increase in total emissions is due to the general technology improvement in the country.

Carbon dioxide makes up the bulk of greenhouse gas emissions from the territory of the Kaliningrad region. The percentage of the gases in the total volume is as follows: CO₂ - 96.7%, CH₄ - 1%, N₂O - 2.3%.

Its emissions for the period from 2013 to 2016 varied from 3,757.4 in 2014 to 4,091.7 in 2015 thousand tons of standard fuel, reaching its maximum value in 2015.

The estimate presented in this paper is a lower estimate, since it does not take into account emissions from industrial processes, leaks, land use, waste, etc., as well as from some categories of emission sources due to the lack of data on the use of fuel in the Kaliningrad region.

Among other things, the calculations of emissions of carbon dioxide, methane and nitrous oxide from the use of fuel by vehicles in 2016, which have shown to be 1.86 times less than from burning of fossil fuels for the same year (2032.87 Gg CO₂ eq. and 3914.79 Gg CO₂ eq., respectively) and to account for 34.5% of the total emissions, have been made.

Moreover, according to the methodology for calculating emissions the factor of carbon dioxide absorption by the region's forests has been taken into account. The amount of carbon dioxide absorbed by forests has shown to be only 11.9% of the emissions of this gas during the combustion of boiler and furnace fuel.

Keywords: emissions, greenhouse gases, global warming, carbon dioxide, methane, nitrogen dioxide air emissions, Kaliningrad region

For citation: *Dvoeglazova N.V., Chubarenko B.V., Kozlova Y.A.* Anthropogenic Component of Greenhouse Gas Emissions from the Territory of the Kaliningrad Oblast. *Gidrometeorologiya i Ekologiya. Hydrometeorology and Ecology* (Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University). 2020. 58: 94—110. [In Russian]. doi: 10.33933/2074-2762-2020-58-94-110

Введение

Калининградская область расположена у юго-восточного побережья Балтийского моря: на севере и востоке граничит с Литвой, на юге — с Польшей, с запада омывается Балтийским морем. Общая площадь территории со всеми внутренними акваториями и заливами составляет 1512,5 тыс. га; площадь поверхности суши — 1281,2 тыс. га (84,7 %). Лесами и древесно-кустарниковой растительностью — ресурсом, поглощающим парниковые газы, — занято 315,8 тыс. га (24,5 % площади суши), в то время как на города и производственные территории приходится 1028,9 тыс. га [1].

Эмиссия парниковых газов с любой территории возникает в связи с хозяйственной деятельностью человека и природными процессами (вулканизм, пожары). Ее составляющая, обусловленная антропогенным влиянием (энергетика, промышленное производство, сельское хозяйство, переработка отходов), в настоящий момент считается главной причиной современных изменений климата [2—6].

Согласно [7] и данным Международного энергетического агентства (<http://energyatlas.iea.org/#!/tellmap/1378539487>) на 2017 г., Россия входит в пятерку стран с наибольшей эмиссией парниковых газов, занимая четвертую позицию. В отличие от большинства стран Россия и США в последние годы снизили объем эмиссии, причем Россия — более чем на 25 % по отношению к уровню 1990 г. Это результат выполнения целевого показателя [8] по снижению к 2020 г. объема выбросов парниковых газов до уровня не более 75 % объема выбросов в 1990 г.

На увеличение парниковых газов в атмосфере в большей мере влияют такие факторы, как степень развития промышленности, рост электрификации, вырубка лесов, сжигание топлива на производство отопления и электроэнергии. При разработке мер по предотвращению климатических изменений (например, [9]) необходимо учитывать вклад эмиссии каждого из этих факторов и соотношение

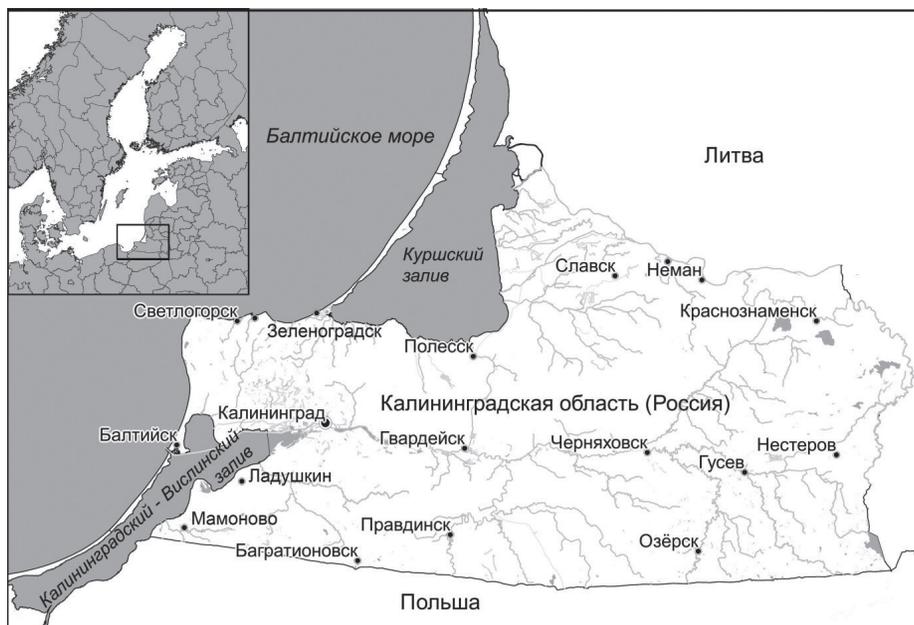


Рис. 1. Калининградская область (Россия).

Fig. 1. Kaliningrad Oblast (Russia).

в них парниковых газов. Хотя расчеты величины эмиссии парниковых газов могут быть сделаны разными методами [10], оценки на основе единых рекомендаций Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) [11] эмиссии с отдельных территорий (например, [12—16]) являются действенным инструментом, который используется в разных странах для обоснования мероприятий по уменьшению антропогенной эмиссии [17, 18].

Цель настоящей работы — оценить (по данным официальной статистики за 2013—2016 гг. и на основе рекомендаций МГЭИК) объем эмиссии с территории Калининградской области трех основных парниковых газов (углекислый газ, метан и закись азота), вызванной составляющими хозяйственной деятельности, связанными со сферой энергетики, сравнить их вклад в общую эмиссию, установить наличие временного тренда, а также дать оценку поглощению этих газов за счет лесных ресурсов на территории области. Аналогичные оценки ранее не проводились.

Методика исследования

Использованные данные

Для расчета эмиссии парниковых газов с территории Калининградской области использовались статистические данные территориального органа Федеральной службы государственной статистики (подразделение управления статистики предприятий) [19—22] по показателям израсходованных топливно-энергетических

ресурсов (котельно-печного топлива) в области за период с 2013 по 2016 г. Для расчетов выбросов от транспорта исходными данными послужило не количество израсходованного топлива, а число единиц автотранспортных средств [16].

Методика расчета эмиссии парниковых газов

В экономической статистике каждый сектор экономики включает в себя отдельные категории и подкатегории. Каждая из них фактически описывает источники поступления в атмосферу парниковых газов. Оценка выбросов парниковых газов для каждой из категорий проводилась по единому алгоритму [23, 24] с использованием индивидуальных коэффициентов [11]. В настоящей работе были использованы рекомендуемые [23] значения коэффициентов выбросов диоксида углерода (т CO₂/ТДж), метана (кг CH₄/ТДж) и закиси азота (кг N₂O/ТДж) при стационарном сжигании топлива, а именно коэффициенты пересчета единиц измерения каждого вида топлива в условные единицы, разработанные МГЭИК (Межправительственная группа экспертов по изменению климата) [11], и коэффициенты выбросов (табл. 1).

Таблица 1

Использованные коэффициенты выбросов парниковых газов [18, 22]

Emission factors used in the paper [18, 22]

Виды топлива	Коэффициент выбросов		
	т CO ₂ /ТДж	кг CH ₄ /ТДж	кг N ₂ O/ТДж
Уголь	94,6	300	1,5
Дизельное топливо	73,3	10	0,6
Пропан и бутан сжиженные; газы углеводородные и их смеси сжиженные; прочие, не вошедшие в другие группы	64,2	10	0,6
Газ природный и попутный	54,4	5	0,1
Кокс металлургический	107	10	1,5
Мазут топочный	77,4	3	0,6
Топливо печное бытовое	112	30	4
Древесина топливная	112	30	4
Керосин, включая топливо реактивное керосиновое	71,9	10	0,6
Бензин автомобильный	69,3	10	0,6

Расчеты были выполнены для 2013, 2014, 2015 и 2016 гг. В них использовалась методика [23] первого уровня (пример приведен в приложении к настоящей статье), основанная на статистических данных о сжигании топливно-энергетических ресурсов и рекомендуемых МГЭИК средних значениях коэффициентов выброса. Методики второго и третьего уровней [11], использующие региональные/национальные коэффициенты выбросов и измеренные (рассчитанные) данные для конкретных предприятий, не применялись.

Оценки проводились для следующих категорий источников, использующих отельно-печное топливо (табл. 2): сельское хозяйство, лесное хозяйство (АА); рыболовство и рыбоводство (ВВ); добыча полезных ископаемых (СС); обрабатывающие производства (DD); производство и распределение электроэнергии, газа и воды (ЕЕ); строительство (FF); оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования (GG); гостиничный и ресторанный сервис (НН); транспорт и связь (II); энергообеспечение учреждений образования (ММ), здравоохранения и социальных услуг (NN) и предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг (ОО).

Объем разных видов израсходованного топлива пересчитывался в тонны условного топлива (т.у.т.) путем умножения на соответствующий коэффициент МГЭИК [11], а далее для перевода тысяч тонн условного топлива в ТДж использовался коэффициент перевода, равный 29,3076 ТДж/т.

Кроме того, перевод физических единиц в энергетические (согласно [23]) выполнялся по формуле

$$AD_i \text{ (ТДж)} = AD_i \text{ (ед.)} \cdot C_i \text{ (ТДж/ед.)}, \quad (1)$$

где AD_i — потребление топлива в ТДж; AD_i (ед.) — потребление топлива в физических единицах; C_i (ТДж/ед.) — коэффициент пересчета.

Далее производился расчет выбросов парниковых газов от сжигания каждого вида топлива по следующим формулам [23]:

— углекислый газ (CO_2), гигаграммы (Гг)

$$E = C \cdot D / 10^3, \quad (2)$$

— метан (CH_4), гигаграммы (Гг)

$$G = C \cdot F / 10^6, \quad (3)$$

— закись азота (N_2O), гигаграммы (Гг)

$$I = C \cdot H / 10^6, \quad (4)$$

где C — потребление вида топлива в энергетических единицах (ТДж); D, F, H — коэффициенты выброса $\text{CO}_2, \text{CH}_4, \text{N}_2\text{O}$, представленные в табл. 1.

Пример таблицы расчетов эмиссии углекислого газа, метана и закиси азота для одной из категорий источников (Обрабатывающие производства) для Калининградской области за 2013 г. представлен в приложении к настоящей статье.

Методика расчета поглощения

На основе сведений о площади лесов Калининградской области выполнена оценка поглощения углерода лесами (табл. 6). В качестве исходных данных были использованы показатели прироста леса за год (A), которые с помощью коэффициента прироста (B) пересчитывались в массу сухого вещества, а далее рассчитано поглощение углекислого газа в гигаграммах в год по формулам [12]

$$C = A \cdot B, \quad (5)$$

$$E = C \cdot D, \quad (6)$$

$$F = E \cdot 44/12, \quad (7)$$

где A — показатель прироста леса за год (тыс. га/год), B — коэффициент прироста (1,5 тыс. т/тыс. га), C — годовой прирост биомассы (тыс. т/год), D — коэффициент поглощения углерода тонной сухой массы (тыс. т C/тыс. т), E — поглощение углерода в год (тыс. т/год), F — поглощение углекислого газа (CO_2) в год (Гг/год).

Результаты

Основные источники эмиссии

Результаты оценок вклада различных категорий источников в объем эмиссии парниковых газов для каждого года представлялись в виде сводных таблиц (см., например, табл. 2), где для каждой категориям указывались выбросы углекислого газа, метана и закиси азота в гигаграммах (вторая, третья и пятая колонки) и в гигаграммах эквивалента CO_2 (четвертая и шестая колонки).

Таблица 2

Пример сводной таблицы для 2013 г.: оценки эмиссии углекислого газа, метана и закиси азота по категориям источников.
Метан и закись азота переведены в эквивалент CO_2 (выражены в гигаграммах)
An example of a summary table for 2013: the estimates of carbon dioxide, methane and nitrogen dioxide emissions for different source categories.
Methane and nitrous oxide converted to CO_2 equivalent (expressed in gigagrams)

Виды деятельности (категории источников)	CO_2 (Гг CO_2)	CH_4 (Гг CH_4)	CH_4 (Гг CO_2 экв.)	N_2O (Гг N_2O)	N_2O (Гг CO_2 экв.)	Гг (CO_2 экв.)
	(1)	(2)	(3) = 25 · (2)	(4)	(5) = 298 · (4)	(1) + (3) + (5)
AA	27,45	0,01	0,17	0,00	0,02	27,64
BB	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04
CC	10,76	0,0002	0,006	0,00	0,01	10,77
DD	245,98	0,007	0,18	0,001	0,29	246,44
EE	3500,68	0,07	1,64	0,01	3,19	3505,51
FF	22,14	0,0004	0,01	0,00	0,01	22,17
GG	2,02	0,0002	0,005	0,00	0,002	2,03
HH	1,08	0,0001	0,003	0,00	0,002	1,085
II	45,03	0,012	0,29	0,0004	0,13	45,45
MM	27,27	0,003	0,09	0,0004	0,12	27,47
NN	37,07	0,005	0,12	0,0005	0,16	37,35
OO	10,69	0,03	0,74	0,0002	0,05	11,48
Всего	3930,18	0,13	3,25	0,013	4,01	3937,44

При оценке эмиссии с территории Калининградской области основными категориями источников, содержащих в своих выбросах бóльшие по сравнению с остальными концентрации углекислого газа, метана и закиси азота, стали: в 2013, 2014 и 2016 гг. производство и распределение электроэнергии, газа и воды (EE), а в 2015 г. обрабатывающие производства (DD). Вторыми по значимости

категориями стали: для диоксида азота в 2013, 2014, 2016 гг. обрабатывающее производство (DD), в 2015 г. производство и распределение электроэнергии, газа и воды (DD); для метана предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг (OO); для оксида азота здравоохранение и предоставление социальных услуг (NN).

Временная изменчивость эмиссии по данным за 2013—2016 гг.

Самый большой за рассматриваемый период (2013—2016 гг.) объем выбросов углекислого газа был зафиксирован в 2015 г., но к 2016 г. он уменьшился по сравнению с предыдущим годом на 4,5 % (табл. 3). Если не принимать во внимание пик 2015 г., то можно сказать, что эмиссия уменьшилась на 0,7 % за период 2013—2015 гг., в то время как потребление котельно-печного топлива увеличилось на 0,1 %. В свою очередь, эмиссия метана и закиси азота с 2013 по 2016 г. увеличилась на 15,1 и 11,5 % соответственно.

Общий объем выбросов парниковых газов в большей степени определялся количеством выделившегося углекислого газа, так как он составил основную часть от всего количества рассчитанных веществ. Несмотря на значительную межгодовую изменчивость, наблюдается некоторое снижение эмиссии.

Таблица 3

Суммарные показатели выбросов парниковых газов с территории Калининградской области для каждой категории источников по годам, выраженные в эквиваленте CO₂

Total greenhouse gas emissions from the Kaliningrad Oblast for each source category by years, expressed in CO₂ equivalent

Виды деятельности (категории источников)	Выбросы CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O (Гг CO ₂ экв.)			
	2013	2014	2015	2016
AA Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	27,64	28,88	26,25	25,31
BB Рыболовство, рыбоводство	0,04	0,025	0,025	0,00
CC Добыча полезных ископаемых	10,77	22,58	17,81	24,14
DD Обрабатывающие производства	246,44	261,37	296,33	321,55
EE Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	3505,51	3428,3	3642,46	3406,13
FF Строительство	22,17	1,53	2,93	2,99
GG Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования	2,03	1,23	2,89	1,64
NN Гостиницы и рестораны	1,08	1,44	0,52	1,01
II Транспорт и связь	45,45	38,64	36,66	38,98
MM Образование	27,47	24,37	22,83	42,34
NN Здравоохранение и предоставление социальных услуг	37,35	32,65	30,83	31,84
OO Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг	11,48	16,32	20,31	18,87
Всего в 2013 г.	3937,44	3857,33	4099,84	3914,79

Динамика выбросов для каждого из рассмотренных парниковых газов не одинакова. Рост количества выделяющегося в атмосферу углекислого газа отмечен в 2015 г., но уже к 2016 г. он сокращается на 183,41 Гг CO₂. В целом заметен тренд на увеличение содержания в атмосфере этого парникового газа. Также прослеживается уменьшение выделения метана в атмосферу в 2016 г. на 5,73 % по сравнению с 2015 г. Общий тренд содержания закиси азота за четыре года в противоположность трендам двух других составляющих состоит сначала в его понижении, сменяющимся в 2014 г. небольшим трехгодовым его ростом.

Связь эмиссии с количеством предприятий

Количество использованного котельно-печного топлива с 1991 по 2016 г. увеличилось с 1742,4 тыс. т условного топлива до 2193,9 тыс. т, или на 26 %.

Рассматривая число организаций по каждому виду экономической деятельности (табл. 4), можно проследить динамику ежегодного роста. Хозяйствующие субъекты сельского хозяйства, охоты и лесного хозяйства, рыболовства и рыбноводства, а также сферы образования не учитывались, так как они в малой степени влияют на изменение показателя выбросов парниковых газов в атмосферу в Калининградской области.

Изменение общего числа организаций и их числа по каждой сфере деятельности не коррелирует с колебаниями количества выбросов каждого из парниковых

Таблица 4

Распределение хозяйствующих субъектов Калининградской области по видам экономической деятельности, число организаций (на конец года)

Economic entities versus economic activities in the Kaliningrad Oblast, number of organizations (at the end of the year)

Виды деятельности	2013	2014	2015	2016
АА. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	3131	1295*	1293	1316
ВВ. Рыболовство, рыбоводство	173	174	170	157
СС. Добыча полезных ископаемых	103	101	114	130
DD. Обрабатывающие производства	5230	5361	5446	5530
ЕЕ. Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	268	278	285	290
FF. Строительство	6037	6480	6852	7031
GG. Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования	16538	17329	17923	18179
НН. Гостиницы и рестораны	1259	1326	1363	1390
П. Транспорт и связь	4629	4778	4940	5032
ММ. Образование	1028	1001	993	957
NN. Здравоохранение и предоставление социальных услуг	701	718	751	790
ОО. Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг	2658	2742	2869	2943

* Резкое уменьшение числа организаций по сравнению с 2013 г. обусловлено исключением недействующих крестьянско-фермерских хозяйств.

газов или их общей суммы, и, следовательно, не дает возможности использовать эту информацию для оценки трендов количества выбросов углекислого газа, метана и закиси азота.

Оценка вклада автомобильного транспорта

Дополнительно для 2016 г. (обеспечено данными) было рассчитано количество выбрасываемого в атмосферу в Калининградской области легковым автотранспортом углекислого газа, метана и закиси азота как деятельности, связанной со сжиганием топлива. Оно составило 2101,5 Гг CO₂ экв. (табл. 5 и 6). Исходными данными для проведенных расчетов послужило не количество израсходованного топлива, а число единиц автотранспортных средств (92 % общего числа автотранспортных средств) по данным из статистических сборников архивной библиотеки Калининградского отделения Федеральной службы государственной статистики. Анализируя полученные показатели, можно сказать, что выбросы, обусловленные легковым автотранспортом (без учета грузового и автобусного транспорта), составляют 1/3 часть выбросов, образующихся при сжигании топливных ресурсов. Количество каждого из рассматриваемых парниковых газов, связанное с выбросами легкового автотранспорта, распределяется следующим образом: CO₂ — 96,7 %, CH₄ — 1 %, N₂O — 2,3 %.

Таблица 5

Результаты расчетов выбросов углекислого газа, метана и закиси азота от легкового автотранспорта за 2016 г.

Spreadsheet for calculating the emissions of carbon dioxide, methane and nitrous oxide from passenger cars for 2016

Вид топлива	Потребление (тыс. т)	Коэффициент пересчета (ТДж/Гыс. т)	Потребление (ТДж)	Коэффициент выброса CO ₂ (т CO ₂ /ТДж)	Выбросы CO ₂ (Гг CO ₂)	Коэффициент выброса CH ₄ (кг CH ₄ /ТДж)	Выбросы CH ₄ (Гг CH ₄)	Коэффициент выброса N ₂ O (кг N ₂ O/ТДж)	Выбросы N ₂ O (Гг N ₂ O)
	(1)	(2)	(3)*	(4)	(5)*	(6)	(7)*	(8)	(9)*
<i>Легковые АТС с нейтрализатором</i>									
Бензин	330,55	43,66	14431,76	69,30	1000,12	25,00	0,36	8,00	0,12
<i>Легковые АТС без нейтрализатора</i>									
Бензин	330,55	43,66	14431,76	69,30	1000,12	33,00	0,48	3,20	0,05
Дизельное топливо	10,04	42,49	426,76	74,10	31,62	3,90	0,00	3,90	0,00
Сумма					2031,87		0,84		0,16

* Применены следующие формулы: (3) = (1)·(2); (5) = (3)·(4)/10³; (7) = (3)·(6)/10⁶; (9) = (3)·(8)/10⁶.

Таблица 6

Сводная таблица результатов расчетов выбросов углекислого газа, метана и закиси азота от легкового автотранспорта за 2016 г.

The summary table for the emissions of carbon dioxide, methane and nitrous oxide from passenger cars for 2016

	Выбросы CO ₂ (Гг CO ₂)	Выбросы CH ₄ (Гг CH ₄)	Выбросы CH ₄ (Гг CO ₂ экв.)	Выбросы N ₂ O (Гг N ₂ O)	Выбросы N ₂ O (Гг CO ₂ экв.)
	(1)	(2)	(3) = 25 · (2)	(4)	(5) = 298 · (4)
Легковые АТС	2031,865	0,839	20,968	0,163	48,663
Всего	2031,865		20,968		48,663
Итого выбросов CO ₂ , CH ₄ и N ₂ O (Гг CO ₂ экв.): (1) + (3) + (5)					2101,496

Поглощение лесами

Общий объем поглощения на территории области углекислого газа в 2016 г. составил 800,8 Гг, или 11,9 % (табл. 7). Сравнение с соответствующим для данного года показателем выброса позволяет утверждать, что годовой объем выбросов углекислого газа от использования сжигаемого топлива в современных условиях превышает объем поглощения его лесным фондом почти в 7,4 раза (2016 г.).

Таблица 7

Объем поглощаемого лесом углекислого газа с 2013 по 2016 г. для Калининградской области

The amount of carbon dioxide absorbed by forests in the Kaliningrad Oblast (2013—2016)

Год	Прирост леса, тыс. га	Коэффициент прироста, сухое вещество, тыс. т/тыс. га	Сухое вещество, тыс. т	Коэффициент, количество углерода, сухое вещество, тыс. т С/тыс. т	Поглощение CO ₂ , тыс. т	Поглощение CO ₂ , Гг
	(1)	(2)	(3) = (1) · (2)	(4)	(5) = (3) · (4)	(6) = 44/12 · (5)
2013	281,5	1,5	422,25	0,5	211,125	774,125
2014	281,5	1,5	422,25	0,5	211,125	774,125
2015	291,5	1,5	437,25	0,5	218,625	801,625
2016	291,2	1,5	436,8	0,5	218,4	800,8

Обсуждение и комментарии

Наибольшая доля выбросов парниковых газов на территории Калининградской области за рассматриваемый период приходится на углекислый газ (98,7%). Именно он и задает динамику суммарных выбросов, так как вклад других газов (CH₄ и N₂O) менее значителен и составляет 0,4 и 0,9 % соответственно.

Динамика объема котельно-печного топлива, сжигаемого для обеспечения энергетической составляющей Калининградской области (категория «деятельность по производству и распределению электроэнергии, газа и воды» в статистических справочниках), повторяет динамику выбросов от их использования (рис. 2,

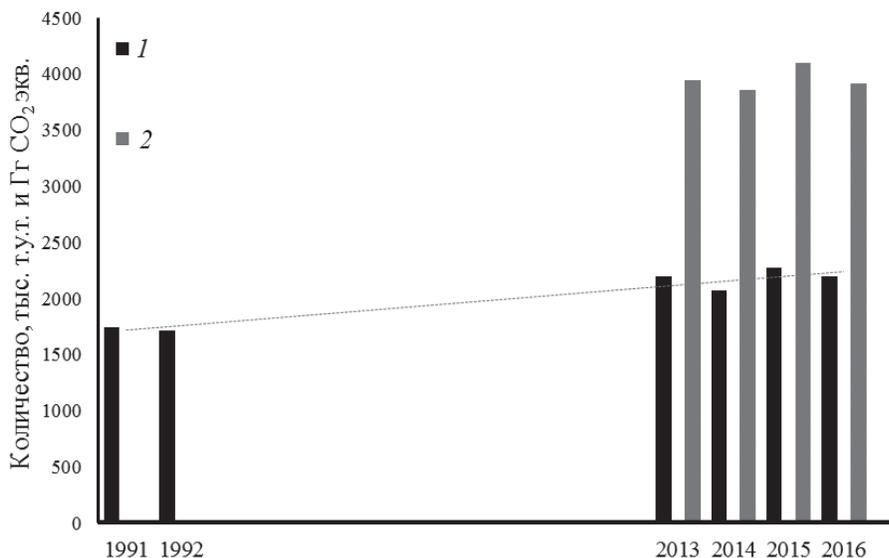


Рис. 2. Количество котельно-печного топлива (тыс. т.у.т.), сожженного на территории Калининградской области (показатели за 1991—1992 гг. [19, 22]) (1), и количество выбросов (Гг CO₂ экв.) парниковых газов (2).

Fig. 2. The amount of burned boiler and furnace fuel in the Kaliningrad region (data for 1991—1992 are according to the [19, 22]) (1) and green-house gases emission (2).

2013—2016 гг.). Эта связь характерна именно для технологии сегодняшнего уровня. Устойчивого тренда не прослеживается, так как длительность рассматриваемого периода невелика.

Поскольку, с одной стороны, объем используемых топливных ресурсов увеличивается (например, в 2016 г. увеличение по сравнению с 1991 г. составило 451,5 тыс. т.у.т. — рост примерно на 25 %), а с другой стороны, России удалось сократить выбросы (<http://energyatlas.iea.org/#!/tellmap/1378539487>), то это иллюстрирует вклад технологического перевооружения отрасли.

Учитывая единство Балтийского региона, имеет смысл сравнивать данные о выбросах парниковых газов с территории Калининградской и Ленинградской областей. Поскольку нет возможности оценить соотношение выбросов от легкового автотранспорта в Калининградской и Ленинградской областях за один и тот же год (в Ленинградской области за 2013 г. показатель составил 2755,6 Гг CO₂ экв. [12], а в Калининградской области в 2016 г. — 2101,5 Гг CO₂ экв.), было рассчитано соотношение суммарных выбросов рассматриваемых парниковых газов за 2013 г.

Согласно отчету о выполнении инвентаризации объемов выбросов парниковых газов в Ленинградской области [12], выбросы CO₂, CH₄, N₂O от сжигания топлива в энергетическом секторе Ленинградской области в 2013 г. составили 14581,5 Гг CO₂ экв. [12], а в Калининградской области за тот же год — 3937,44 Гг

CO₂ экв. Таким образом, суммарная эмиссия углекислого газа, метана и закиси азота от энергетической деятельности на территории Калининградской области в 3,7 раз меньше, чем на территории Ленинградской области. По данным за 2013 г. площадь Калининградской области (1512,5 тыс. га) в 5,55 раз меньше площади Ленинградской области (8390,8 тыс. га). Численность населения Калининградской области составляет примерно 963,1 тыс. человек (приблизительно 64 чел./км²), т. е. в 1,83 раза меньше, чем в Ленинградской области (1763,9 тыс. человек, или 21 чел./км², без учета населения Санкт-Петербурга) [25]. Таким образом, на Ленинградскую область приходится 5,75 Гг CO₂ экв. выбросов на 1 км², а на Калининградскую — в 1,5 раза меньше — 3,84 Гг CO₂ экв. на 1 км².

Полученные оценки эмиссии на территории Калининградской области имеют некоторые погрешности, так как присутствуют пробелы в исходных данных. Например, отсутствовала информация относительно сожженного керосина за 2013 г. по категории «Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования» (GG). Тем не менее, поскольку (по другим годам) отсутствующая величина составляет менее 0,007 % общего годового выброса, пробел был закрыт осредненным за последующие годы значением. Критической является информация относительно категории «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды» (EE), на долю которой приходится большая доля выбросов. Так, на долю природного газа в 2016 г. пришлось 93 % выбросов углекислого газа, что, в свою очередь, составило около 81 % общего объема выбросов за год эквивалента CO₂.

Выводы

В ходе выполнения расчетов эмиссии с территории Калининградской области были получены количественные оценки, которые позволили констатировать, что в современной структуре выбросов парниковых газов на территории Калининградской области главную роль играет сжигание топливно-энергетических ресурсов.

Изменение технологии в энергетической отрасли является ключевым фактором, ограничивающим эмиссию углекислого газа, метана и закиси азота при росте количества используемого в Калининградской области котельно-печного топлива.

Углекислый газ составляет основную массу (более 99 % без учета вклада легкового автотранспорта) выбросов парниковых газов на территории Калининградской области. За период с 2013 по 2016 г. объем его выбросов изменялся в пределах от 3757,4 Гг CO₂ экв. (2014 г.) до 4091,7 Гг CO₂ экв. (2015 г.), достигнув максимального значения в 2015 г.

Представленная в работе оценка эмиссии парниковых газов является оптимистичной (оценкой «снизу»), так как в ней не учтены выбросы от промышленных процессов, утечек, землепользования, отходов и др. Несмотря на это, оценка является полезной для разработки регионального плана действий по уменьшению вредного воздействия от роста антропогенной эмиссии парниковых газов, что, в свою очередь, является частью международных обязательств России [17, 18].

Для уточнения оценки были проведены расчеты выбросов углекислого газа, метана и закиси азота от использования топлива легковым автотранспортом в 2016 г., общий объем которых составил 2101,5 Гг CO_2 экв. Соотношение рассматриваемых газов в общем объеме следующее: CO_2 — 96,7 %, CH_4 — 1 %, N_2O — 2,3 %. Проведенные расчеты для 2016 г. также показали, что эмиссия от автотранспорта (2032,87 Гг CO_2 экв.) составила 34,5 % общего объема эмиссии. Это в 1,86 раз меньше, чем от сжигания ископаемого топлива за этот же год (3914,79 Гг CO_2 экв.).

Кроме того, в соответствии с методикой для расчета эмиссии [23] был учтен фактор поглощения углекислого газа лесами Калининградской области. Выполненные расчеты показали, что количество поглощаемого лесами углекислого газа составляет лишь 11,9 % выбросов данного газа при сжигании котельно-печного топлива.

Благодарности

Настоящая работа выполнена при частичной поддержке темы 0149-2019-0013 государственного задания Института океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук и в рамках деятельности Рабочей группы по разработке региональной концепции адаптации к изменению климата Совета по природопользованию и экологии при Министерстве природных ресурсов и экологии Калининградской области (<http://clim-adapt39.ru/>).

Список литературы

1. Калининградская область. Природные условия и ресурсы: рациональное использование и охрана: монография / Под ред. Г.М. Федорова. Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2016. 224 с.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». М.: Минприроды России; НП «Кадастр», 2019. 844 с.
3. Алексеев Г.В., Ананicheва М.Д., Анисимов О.А. и др. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М.: изд-во Росгидромета, 2014. 1009 с.
4. «Об экологической обстановке в Калининградской области в 2016 году»: государственный доклад. Калининград: Министерство природных ресурсов и экологии Калининградской области, 2017. 200 с.
5. Анисимов О.А., Жильцова Е.Л., Шаповалова К.О., Ершова А.А. Анализ индикаторов изменения климата. Часть 2. Северо-Западный регион России // Метеорология и гидрология. 2020. № 1. С. 23—35.
6. Ахмеджанов А.Х., Караданов Т.К. Динамика содержания оксида углерода в атмосфере над Казахстаном по данным спутникового зондирования // Метеорология и гидрология. 2020. № 1. С. 95—99.
7. Xiaosong Zheng X., Streimikiene D., Balezantis T., Mardani A., Liao H. A review of greenhouse gas emission profiles, dynamics, and climate change mitigation efforts across the key climate change players // J. Cleaner Production. 2019. V. 23410. P. 1113—1133.
8. Указ Президента РФ «О сокращении выбросов парниковых газов» от 30 сентября 2013 г. № 752. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://economy.gov.ru/material/dokumenty/ukaz_prezidenta_rossiyskoy_federacii_ot_30_sentyabrya_2013_g_752_o_sokrashchenii_vybrosov_parnikovyh_gazov_.html — Министерство экономического развития Российской Федерации, 2019. Дата обращения: 29.02.2020.
9. Kuramochi T., Wakiyama T., Kuriyama A. Assessment of national greenhouse gas mitigation targets for 2030 through meta-analysis of bottom-up energy and emission scenarios: A case of Japan // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2017. V. 77. P. 924—944.

10. Arioli M.S., D'Agosto, M.A., Amaral F.G., Cybis H.B.B. The evolution of city-scale GHG emissions inventory methods: A systematic review // *Environmental Impact Assessment Review*. 2020. V. 80. Article 106316.
11. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов. МГЭИК. 2006 г. Подготовлены Программой МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов / Под ред. С. Иглестона, Л. Буэндиа, К. Мива, Т. Нгара, К. Танабе. Т. 1—5. МГЭИК. 2006 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/russian/index.html> Дата обращения: 05.02.2020.
12. Голованов О.Ф. Инвентаризация объемов выбросов парниковых газов в Ленинградской области. Промежуточный технический отчет. СПб, 2015. 89 с.
13. Самойлов И.А., Нахутин А.И. Оценка и среднесуточный прогноз антропогенной эмиссии диоксида углерода и метана в России статистическими методами // *Метеорология и гидрология*. 2009. № 6. С. 25—32.
14. М.В. Макарова, Д.К. Арабаджян, С.Ч. Фока и др. Оценка ночных эмиссий углеродосодержащих газов в пригородах Санкт-Петербурга // *Метеорология и гидрология*. 2018. № 7. С. 36—44.
15. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году». М.: Минприроды России; НИА Природа, 2017. 760 с.
16. State and Territory Greenhouse Gas Inventories 2017: Australia's National Greenhouse Accounts// Australian Government (Department of Environment and Energy). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.environment.gov.au/system/files/resources/917a98ab-85cd-45e4-ae7a-bcd1b-914cfb2/files/state-territory-inventories-2017.pdf> — Department of Agriculture, Water and the Environment, 2019. P. 107. Дата обращения 29.02.2020.
17. Парижское соглашение об изменении климата — итоговой документ 21-й Конференции сторон Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций об изменении климата (РКООНИК). [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conv_climate.shtml. Организация объединенных наций, 2015. 19 с. Дата обращения: 21.01.2020.
18. Рамочная Конвенция по изменению климата. UNEP/IUC, 1992. 30 с.
19. Калининградская область в цифрах. Т. 1: Статистический сборник. Калининград: Калининградстат, 2017. 141 с.
20. Ивахов В.М., Парамонова Н.Н., Привалов В.И. Атмосферная концентрация диоксида углерода на станциях Тикси и Мыс Баранова в 2010—2017 гг. // *Метеорология и гидрология*. 2019. № 4. С. 110—121.
21. Иванова А.Р., Скриптунова Е.Н. Комплексный подход в оценке эмиссии углеродосодержащих газов от лесных пожаров в Сибири // *Метеорология и гидрология*. 2018. № 5. С. 30—38.
22. Калининградстат. [Электронный ресурс]. Режим доступа: kaliningrad.gks.ru — Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Калининградской области, 2018. Дата обращения 05.06.2018.
23. Методические рекомендации по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации. М.: Минприроды России, 2015. 30 с.
24. Израэль Ю.А., Романовская А.А. Основы мониторинга эмиссий и стоков парниковых газов антропогенного происхождения // *Метеорология и гидрология*. 2008. № 5. С. 5—15.
25. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2013 году». М.: Минприроды России, 2014. 463 с.

References

1. *Kaliningradskaya oblast'. Prirodnye usloviya i resursy: racional'noe ispol'zovanie i ohrana*. Kaliningrad region. Natural conditions and resources: rational use and protection. Ed. G. M. Fedorov. Kaliningrad: Publishing House of the I. Kant BFU, 2016: 224 p. [In Russian].
2. *Gosudarstvennyj doklad «O sostoyanii i ob ohrane okruzhayushchej sredy Rossijskoj Federacii v 2018 godu»*. State report “On the State and Environmental Protection of the Russian Federation in 2016”. Moscow: Ministry of Natural Resources of Russia; NPP Kadastr, 2019: 844 p. [In Russian].
3. *Alekseev G.V., Ananyicheva M.D., Anisimov O.A. Vtoroy otsenochnyi doklad Rosgidrometa ob izmeneniyakh klimata i ikh posledstviyakh na territorii Rossiyskoj Federatsii*. Second estimation report of

- Roshydromet on climate changes and their consequences on the territory of Russian Federation. Moscow: Roshydromet, 2014: 1009 p. [In Russian].
4. "Ob ekologicheskoy obstanovke v Kaliningradskoj oblasti v 2016 godu": gosudarstvennyj doklad. About the environmental situation in the Kaliningrad region in 2016. Ministry of Natural Resources and Ecology of the Kaliningrad Region. Kaliningrad, 2017: 200 p. [In Russian].
 5. Anisimov O.A., Zhil'tsova E.L., Shapovalova K.O., Ershova A.A. Analysis of Climate Change Indicators. Part 2. Northwestern Russia. *Meteorologiya i gidrologiya*. Meteorology and hydrology. 2020, 1 (12): 23 — 35. [In Russian].
 6. Akhmedzhanov A.Kh., Karadanov T.K. Atmospheric Carbon Dioxide Dynamics over Kazakhstan Derived from Satellite Data. *Meteorologiya i gidrologiya*. Meteorology and hydrology. 2020, 1 (12): 95 — 99. [In Russian].
 7. Xiaosong Zheng X., Streimikiene D., Balezentis T., Mardani A., Liao H. A review of greenhouse gas emission profiles, dynamics, and climate change mitigation efforts across the key climate change players. // Journal of Cleaner Production. 2019. Vol. 23410. Pp. 1113-1133.
 8. Ukaz Prezidenta RF «O sokrashchenii vybrosov parnikovyh gazov» ot 30 sentyabrya 2013 g. Decree of the President of the Russian Federation "On reducing greenhouse gas emissions" dated September 30, 2013 No. 752. [Electronic resource]. Access mode: https://economy.gov.ru/material/dokumenty/ukaz_prezidenta_rossiyskoy_federacii_ot_30_sentyabrya_2013_g_752_o_sokrashchenii_vybrosov_parnikovyh_gazov_.html — Ministerstvo ekonomicheskogo razvitiya Rossijskoj Federacii. The Ministry of Economic Development of the Russian Federation. Date of treatment: 29.02.2020 [In Russian].
 9. Kuramochi T., Wakiyama T., Kuriyama A. Assessment of national greenhouse gas mitigation targets for 2030 through meta-analysis of bottom-up energy and emission scenarios: A case of Japan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2017, 77: 924–944.
 10. Arioli M.S., D'Agosto, M.A., Amaral F.G., Cybis H.B.B. The evolution of city-scale GHG emissions inventory methods: A systematic review. *Environmental Impact Assessment Review*. 2020, 80. Article 106316.
 11. S. Yggleson, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara and K. Tanabe (Eds.). *Rukovodyashchie principy nacional'nyh inventarizacij parnikovyh gazov*. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. V. 1 - 5. Japan: Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006: [Electronic resource]. Access mode: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/russian/index.html> — The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Date of treatment: 05.02.2020. [In Russian]
 12. Golovanov O.F. *Inventarizaciya ob'emov vybrosov parnikovyh gazov v Leningradskoj oblasti. Promezhutochnyj tekhnicheskij otechet*. Inventory of greenhouse gas emissions in the Leningrad region. Interim technical report. St. Petersburg, 2015. 89 p. [In Russian].
 13. Samoilov I.A., Nakhutin A.I. Estimation and medium-term forecasting of anthropogenic carbon dioxide and methane emission in Russia with statistical methods. *Meteorologiya i gidrologiya*. Meteorology and hydrology. 2009, 6 (5):348 — 353. [In Russian].
 14. Makarova M.V., Arabadzhyan D.K., Foka S. Ch. et al. Estimation of Nocturnal Area Fluxes of Carbon Gases in Saint Petersburg Suburbs. *Meteorologiya i gidrologiya*. Meteorology and hydrology. 2018, 7 (8):36 — 44. [In Russian].
 15. *Gosudarstvennyj doklad «O sostoyanii i ob ohrane okruzhayushchej srede Rossijskoj Federacii v 2016 godu»*. State report "On the State and Environmental Protection of the Russian Federation in 2016". Moscow: Ministry of Natural Resources of Russia; NIA Priroda. 2017: 760 p. [In Russian].
 16. State and Territory Greenhouse Gas Inventories 2017: Australia's National Greenhouse Accounts. Australian Government (Department of Environment and Energy). [Electronic resource]. Access mode: <https://www.environment.gov.au/system/files/resources/917a98ab-85cd-45e4-ae7a-bcd1b914cfb2/files/state-territory-inventories-2017.pdf> — Department of Agriculture, Water and the Environment, 2019. 107. Date of treatment: 29.02.2020.
 17. *Parizhskoe soglasenie ob izmenenii klimata — itogovoj dokument 21-j Konferencii storon Ramochnoj konvencii Organizacii Ob "edinennyh Nacij ob izmenenii klimata (RKOONIK)*. Paris Climate Agreement. [Electronic resource]. Access mode: https://www.un.org/en/documents/decl_conv/conv_climate.shtml. United Nations Organization. 2015: 19 p. Date of appeal: 21.01.2020. [In Russian].
 18. *Ramochnaya Konvenciya po izmeneniyu klimata*. Framework Convention on Climate Change, UNEP / IUC, 1992. 30 p. [In Russian]

19. *Kaliningradskaya oblast' v cifrah*. Kaliningrad Region in Figures. Statistical Digest. V. 1. Kaliningrad: Kaliningradstat, 2017: 141 p. [In Russian].
20. *Ivakhov V.M., Paramonova N.N., Privalov V.I., Zinchenko A.V., Loskutova M.A., Makshtas A.P., Kustov V.Y., Laurila T., Aurela M., Asmi E.* Atmospheric Concentration of Carbon Dioxide at Tiksi and Cape Baranov Stations in 2010—2017. *Meteorologiya i gidrologiya*. Meteorology and hydrology. 2019, 4 (11):110 — 121. [In Russian].
21. *Panov A.V., Prokushkin A.S., Bryukhanov A.V.* et al. A Complex Approach to the Estimation of Carbon Gases Emission from Wildfires in Siberia. *Meteorologiya i gidrologiya*. Meteorology and hydrology. 2018, 5 (8): 30 — 38. [In Russian].
22. Kaliningradstat. [Electronic resource]. Access mode: kaliningrad.gks.ru - Territorial authority of the Federal State Statistics Service for the Kaliningrad Region. Date of treatment 05.06.2018. [In Russian].
23. *Metodicheskie rekomendacii po provedeniyu dobrovol'noj inventarizacii ob"ema vybrosov parnikovyh gazov v sub"ektah Rossijskoj Federacii*. Guidelines for a voluntary inventory of greenhouse gas emissions in the constituent entities of the Russian Federation. Moscow: Ministry of Natural Resources of Russia. 2015. 30 p. [In Russian]
24. *Israel Yu.A., Romanovskaya A.A.* Basics of monitoring emissions and sinks of greenhouse gases of anthropogenic origin. *Meteorologiya i gidrologiya*. Meteorology and hydrology. 2008, 5: 5-15. [In Russian].
25. *Gosudarstvennyj doklad «O sostoyanii i ob ohrane okruzhayushchej sredy Rossijskoj Federacii v 2013 godu»*. State report "On the State and Environmental Protection of the Russian Federation in 2013". Moscow: Ministry of Natural Resources of Russia. NIA Nature. 2014: 463 p. [In Russian].

Приложение

Пример таблицы расчетов эмиссии углекислого газа (CO₂), метана (CH₄) и закиси азота (N₂O) для одной из категорий источников (Обрабатывающие производства) для Калининградской области за 2013 г.

Example of a calculation table for emissions of carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄) and nitrous oxide (N₂O) for one of the source categories (Manufacturing) for the Kaliningrad region in 2013

Вид топлива	Потребление энергии			CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	(1)	(2)	(3) = = (1) · (2)	(4)	(5) = = (3) · (4)/10 ³	(6)	(7) = = (3) · (6)/10 ⁶	(8)	(9) = = (3) · (8)/10 ⁶
<i>Твердое топливо</i>									
Уголь	0,45	29,31	13,04	94,2	1,23	10	0,0001	1,5	0,00002
Кокс металлургический	0,55	29,31	16,1	107	1,72	10	0,0002	1,5	0,00002
<i>Жидкое топливо</i>									
Мазут топочный	12,95	29,31	379,39	77,4	29,36	3	0,001	0,6	0,0002
Дизельное топливо	6,35	29,31	186,18	73,3	13,65	3	0,001	0,6	0,0001
Пропан и бутан сжиженные, газы углеводородные и их смеси сжиженные пр.	3,97	29,31	116,43	64,2	7,47	3	0,0003	0,6	0,0001
Топливо печное бытовое	1,35	29,31	39,61	112	4,44	30	0,001	4	0,0002
<i>Газовое топливо</i>									
Газ природный и попутный	121,74	29,31	3567,8	54,4	194,09	1	0,004	0,1	0,0004

Вид топлива	Потребление энергии			CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	(1)	(2)	(3) = = (1) · (2)	(4)	(5) = = (3) · (4)/10 ³	(6)	(7) = = (3) · (6)/10 ⁶	(8)	(9) = = (3) · (8)/10 ⁶
<i>Биотопливо</i>									
Древесина топлив- ная	0,04	29,31	1,08	112	0,12	30	0,00003	4	0,000004
Всего					252,08		0,01		0,001

Примечание. (1) — потребление (тыс. т. у. т.), (2) — коэффициент перерасчета (ТДж/тыс. т. у. т.), (3) — потребление (ТДж), (4) — коэффициент выброса CO₂ (т CO₂/ТДж), (5) — выбросы CO₂ (Гг CO₂), (6) — коэффициент выброса CH₄ (кг CH₄/ТДж), (7) — выбросы CH₄ (Гг CH₄), (8) — коэффициент выброса N₂O (кг N₂O/ТДж), (9) — выбросы N₂O (Гг N₂O).

Статья поступила 11.01.2020

Принята в печать 05.03.2020

Сведения об авторах

Двоеглазова Надежда Вадимовна, магистрант кафедры географии океана Балтийского федерального университета им. И. Канта (г. Калининград); лаборант, Атлантическое отделение Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН (г. Калининград), e-mail: nadya2eyes@mail.ru

Чубаренко Борис Валентинович, канд. физ.-мат. наук, заведующий лабораторией прибрежных систем Атлантического отделения Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН (г. Калининград); e-mail: chuboris@mail.ru

Козлова Янина Анатольевна, заместитель начальника отдела охраны и использования особо охраняемых территорий Министерства природных ресурсов и экологии Калининградской области; e-mail: ya.kozlova@gov39.ru

Information about authors

Dvodeglazova Nadezhda Vadimovna, Immanuel Kant Baltic Federal University (Kaliningrad), Bachelor of Oceanic Geography; Atlantic Branch of the Shirshov Institute of Oceanology RAS (Kaliningrad), assistant

Chubarenko Boris Valentinovich, PhD (Phys. and Math. Sci.), Head of the Laboratory of Coastal Systems, Atlantic Branch of the Shirshov Institute of Oceanology RAS (Kaliningrad)

Kozlova Yanina Anatolyevna, Deputy Head of the Department of Protection and Use of Protected Areas, Ministry of Natural Resources and Ecology of the Kaliningrad Region