

*А. В. Комарова<sup>1\*</sup>, А. Ю. Новиков<sup>1,2</sup>*

## **Роль промышленных процессов в образовании парниковых газов в Новосибирской области**

<sup>1</sup> Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Российская Федерация

<sup>2</sup> Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН, г. Новосибирск, Российская Федерация

\* e-mail: a.komarova@g.nsu.ru

**Аннотация.** Цель исследования – количественная оценка выбросов парниковых газов в секторе «Промышленные процессы и использование продукции» (ППИП) Новосибирской области. В статье приведены результаты оценки выбросов CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, а также ГФУ и ПФУ в переводе на CO<sub>2</sub> эквивалент по категориям ППИП за 2017-2020 г., а также неопределенность итоговых выбросов в соответствии с методологией МГЭИК. В 2020 г. совокупный объем выброса от сектора составил 1,38 млн т CO<sub>2</sub> экв., что составляет 0,57% от аналогичного показателя по России. Основной вклад в формирование выбросов вносит производство и использование цемента на территории области.

**Ключевые слова:** оценка выбросов, парниковые газы, промышленные процессы, Новосибирская область

*A. V. Komarova<sup>1\*</sup>, A. Y. Novikov<sup>1,2</sup>*

## **The role of industrial processes in the formation of greenhouse gases in the Novosibirsk region**

<sup>1</sup> Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russian Federation

<sup>2</sup> Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russian Federation

\* e-mail: a.komarova@g.nsu.ru

**Abstract.** The purpose of the study is to quantify greenhouse gas emissions in the sector "Industrial Processes and Product Use" (IPPU) of the Novosibirsk Region. The article presents the results of the assessment of emissions of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, as well as HFCs and PFCs in terms of CO<sub>2</sub> equivalent by IPPU categories for 2017-2020, as well as the uncertainty of the final emissions, in accordance with the IPCC methodology. In 2020, the total emissions from the sector amounted to 1.38 million tons of CO<sub>2</sub> equivalent, which is 0.57% of the same indicator in Russia. The main contribution to the formation of emissions is made by the production and use of cement in the region.

**Keywords:** emissions estimation, greenhouse gases, industrial processes, Novosibirsk region

### ***Введение***

Низкоуглеродное развитие экономики страны является одним из основных приоритетных направлений государственной политики, утвержденных в «Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года» в 2021 г. Первоочередной задачей является измерение выбросов парниковых газов в рамках официально

утвержденных методик. Полученные оценки будут являться основой для дальнейшего комплекса мер в области регулирования климатической политики страны и отдельных регионов.

Общепринятая методика оценки парниковых газов на макроуровне основывается на секторальном подходе. Сектор «Промышленные процессы и использование продукции» (ППИП) является вторым по объему выбросов парниковых газов в России после сектора «Энергетика» [1]. В 2020 г. вклад сектора в совокупные выбросы по РФ составил 11,7%. ВРП Новосибирской области в 2020 г. составлял 1,28% от ВВП России (1,36 трлн руб.), численность населения составляла 1,95% от населения РФ (2,80 млн чел.). В Новосибирской области присутствуют отрасли машиностроения и металлообработки, пищевая промышленность и производство строительных материалов и другие. Однако отсутствует четко выраженная специализация, что делает регион достаточно репрезентативным.

Стоит отметить, что оценка региональных выбросов в настоящее время не является распространенной практикой. Значительная часть работ посвящена либо оценке выбросов на конкретном предприятии [2, 3], либо лабораторным экспериментам по уточнению коэффициентов эмиссии от конкретных видов деятельности [4, 5]. Однако с учетом значительной дифференциации регионов России по уровню экономического развития, энергопотребления и т.д. для лучшего управления углеродным балансом в масштабе страны необходимо иметь данные по отдельным регионам.

В данной работе выполнена оценка региональных выбросов в секторе ППИП для Новосибирской области (НСО), а также рассмотрен вклад области в формирование выбросов данного сектора на уровне страны.

### *Методы и материалы*

Основой для расчета выбросов парниковых газов от промышленного производства и использования продукции являлись Методические рекомендации по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации, утверждённые распоряжением Минприроды России от 16.04.2015 г. № 15-р. В свою очередь, данный документ построен на основании международной методики, изложенной в «Руководящих принципах национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК» [6, 7].

Основными источниками выбросов являются выбросы от промышленных процессов химической или физической переработки материалов. Кроме того, парниковые газы часто входят в состав такой продукции, как холодильники, пены и аэрозольные баллоны. Применение продукции объединено с промышленными процессами, поскольку во многих случаях для оценки выбросов продукции необходимы данные о производстве, импорте (ввозе) и экспорте (вывозе); и поскольку – помимо применения в непромышленных секторах (розничной торговли, услуг, домашнего хозяйства) – применение продукции может быть частью промышленного производства.

Согласно методологии МГЭИК в секторе ППИП оценке подлежат выбросы от следующих категорий:

- производство продукции из минерального сырья;
- химическая промышленность;
- металлургическая промышленность;
- использование растворителей и неэнергетических продуктов из топлива;
- электронная промышленность;
- использование фторированных заменителей озоноразрушающих веществ;
- производство и использование другой продукции.

Отличительной особенностью данного сектора является трудность сбора информации о первичных производственных показателях и данных об объемах фактического потребления продукции. В связи с этим в рамках методологии допускается выдвижение предположений о производственной деятельности и оценка региональных выбросов с помощью нормировки общероссийских.

Основными источниками первичной статистической информации послужили:

- статистические бюллетени «Производство и отгрузка важнейших видов промышленной продукции в Новосибирской области» за 2017-2020 гг.;
- открытые данные Росстата о численности населения, отгруженной продукции и ВДС по отраслям, численности автотранспорта и др.;
- официальные данные крупнейших промышленных производителей Новосибирской области.

Из открытых источников не выявлено данных по видам производств, которым приписываются выбросы в рамках методических указаний, в секторе металлургии и химической промышленности. По косвенным признакам крупномасштабные металлургические и химические производства в области отсутствуют, в связи с чем расчеты по данной категории не проводились.

В подкатегории «производство продукции из минерального сырья» выбросы оцениваются для цемента, извести, керамики и стекла. В общем случае выбросы оцениваются перемножением объемов производства каждого подвида продукции на соответствующий коэффициент выбросов парниковых газов. Для выбросов от производства цемента также учитываются объемы экспорта и импорта цементного клинкера, т.к. эмиссия CO<sub>2</sub> происходит также при использовании цементного раствора. Кроме того, в связи с отсутствием точных данных о подвидах производимого цемента используется рекомендуемое МПР №15-р предположение, что весь произведённый цемент содержит 95% клинкера. Для оценки выбросов от производства стекла (листовое стекло, бутылки, стекловолокно и т.п.) также учитывается доля стеклобоя, задействованная в производстве – повторная переплавка приводит к сокращению выбросов.

Выбросы от использования неэнергетических продуктов из топлива рассчитывались относительно выбросов РФ. Для подкатегории использование смазочных материалов выбросы по РФ умножались на долю НСО в автотранспорте страны, а для использования парафинов на долю НСО в населении. Производство и использование другой продукции также оценивалось относительно значе-

ний по РФ с учетом доли населения РФ, проживающей в Новосибирской области.

Для электронной промышленности была рассчитана доля НСО в производстве данной категории относительно России в 2017-2020 гг., после чего выбросы электронной промышленности в НСО были получены умножением общероссийских выбросов от данной категории на долю НСО.

### **Результаты**

В 2020 г. суммарные выбросы парниковых газов в секторе «Промышленные процессы и использование продукции» (ППИП) Новосибирской области составили 1,38 млн т CO<sub>2</sub> экв (табл. 1). Доля НСО в совокупных выбросах от сектора ППИП в России составила 0,57% в 2020 г. При этом доля промышленного производства обрабатывающих производств НСО составляет 1,18% от РФ, однако, в структуре производства области преобладают виды деятельности с более низкими выбросами.

*Таблица 1*

Выбросы парниковых газов по сектору ППИП в Новосибирской области, млн т CO<sub>2</sub> эквивалента

Показатель	2017	2018	2019	2020
<b>Промышленные процессы</b>	1,32	1,32	1,37	1,38
А. производство продукции из минерального сырья	0,97	0,93	0,93	0,91
В. химическая промышленность	NE	NE	NE	NE
С. металлургия	NE	NE	NE	NE
Д. использование растворителей и неэнергетических продуктов из топлива	0,03	0,03	0,03	0,04
Е. электронная промышленность	0,00	0,00	0,00	0,00
Ф. использование фторированных заменителей озоноразрушающих веществ	0,31	0,35	0,39	0,42
Г. производство и использование другой продукции	0,01	0,01	0,01	0,01

\*NE (not estimated) - не оценено.

*Источник: расчеты авторов*

Наибольший вклад в совокупные выбросы сектора вносит производство продукции из минерального сырья – 66% в 2020 г. Вклад производств Новосибирской области в общие выбросы данной категории по РФ составлял 2,52% в 2020 г., т.е. выше среднего. Это объясняется наличием развитого цементного производства в области, которое создает 79% выбросов данной категории (рис. 1).

Общий объем выбросов от использования растворителей и неэнергетических продуктов из топлива в НСО в 2020 г. составил 38,56 тыс. т. (табл. 2) Доля Новосибирской области от выбросов данной категории в 2020 г. составляла 1,92%. Основной вклад в выбросы подсектора вносит использование смазочных материалов – 91,3%.

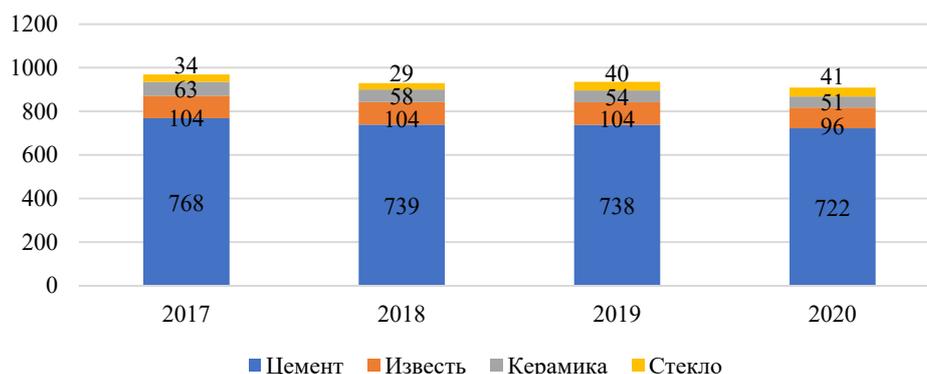


Рис. 1. Выбросы от производства продукции из минерального сырья в Новосибирской области, тыс. т CO<sub>2</sub>

Таблица 2

Выбросы от использования растворителей и неэнергетических продуктов из топлива в Новосибирской области, тыс. т CO<sub>2</sub> экв.

Категория	2017	2018	2019	2020
<b>ППИП</b>	<b>1321,86</b>	<b>1321,49</b>	<b>1371,96</b>	<b>1379,17</b>
Использование растворителей и неэнергетических продуктов	28,14	29,07	33,12	38,56
Использование смазочных материалов	25	25,95	29,86	35,21
Использование парафинов	2,59	2,53	2,54	2,66
Другое	0,55	0,59	0,72	0,69

Источник: расчеты авторов

В 2020 г. выбросы от использования фторированных заменителей озоноразрушающих веществ в Новосибирской области составили 0,42 млн т CO<sub>2</sub> экв., что составляет 30,3% от всех выбросов ППИП в Новосибирске.

Выбросы от электронной промышленности Новосибирской области в 2020 г. составили 0,42 тыс. т CO<sub>2</sub> эквивалента. Доля НСО в выбросах от данной категории в России составляла 2,09% в 2020 г.

При производстве и использовании другой продукции (электрооборудование, полупроводники, индикаторные панели, ускорители и др.) могут выделяться ПФУ, SF<sub>6</sub>, N<sub>2</sub>O. В 2020 г. выбросы от данной категории составили 13,12 тыс. т CO<sub>2</sub> экв. Результаты оценивания представлены в табл. 3.

Таблица 3

Выбросы парниковых газов от электронной промышленности и производства и использования другой продукции в Новосибирской области, тыс. т CO<sub>2</sub> экв.

Категория	2017	2018	2019	2020
<b>ППИП</b>	<b>1357,25</b>	<b>1356,08</b>	<b>1406,27</b>	<b>1379,72</b>
электронная промышленность	0,45	0,39	0,61	0,42
производство и использование другой продукции	11,53	11,73	12,09	13,12

Источник: рассчитано авторами

Также для каждой подкатегории выполнена оценка неопределенности выбросов парниковых газов при 95% доверительном интервале. Общая неопределенность оценки выбросов от сектора ППИП составляет 23,95%. Высокая общая неопределенность в первую очередь связана с большим количеством предположений относительно исходных данных, которые были сделаны для проведения расчета выбросов ПГ от производства и использования цемента. Необходимо было сделать предположения о содержании клинкера в цементе, т.к. имелись исходные данные только о совокупном производстве цемента.

### ***Заключение***

Для сектора ППИП НСО характерна сравнительно меньшая доля в общероссийских выбросах сектора, чем у других регионов, что связано с преобладанием видов деятельности с более низкими выбросами, а также отсутствием крупных металлургических и химических производств на территории области. Проведение региональной оценки выбросов затруднено в связи с отсутствием источников открытых данных об объемах производства и потребления продукции в каждой категории выбросов. В связи с этим часть оценок получены как доля от общероссийских выбросов.

Совокупные выбросы парниковых газов от сектора ППИП в Новосибирской области составили 1,38 млн т CO<sub>2</sub> экв. в 2020 г. Наибольшая часть выбросов создавалась в подкатегориях производство продукции из минерального сырья (66%) и использование фторированных заменителей озоноразрушающих веществ (30%). Неопределенность совокупной оценки составляет 23,95%, т.е. 95% доверительный интервал выбросов находится в границах от 1,05 до 1,71 млн т CO<sub>2</sub> экв.

### ***Благодарности***

Исследование выполнено в рамках проекта РНФ № 22-18-00424.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990 – 2020 гг. в 2 томах [Электронный ресурс]. – М.: 2022 (дата обращения: 05.04.2023).
2. Al Smadi B. M., Al-Zboon K. K., Shatnawi K. M. Assessment of air pollutants emissions from a cement plant: a case study in Jordan // Jordan J. Civ. Eng. – 2009. – Т. 3. – Р. 265-282.
3. Liang X., Li J. Assessing the value of retrofitting cement plants for carbon capture: A case study of a cement plant in Guangdong, China // Energy Conversion and Management. – 2012. – Т. 64. – Р. 454-465.
4. Nassar Y. F. et al. Estimation of CO<sub>2</sub> emission factor for the energy industry sector in Libya: A case study // Environment, Development and Sustainability. – 2021. – Т. 23. – С.Р 13998-14026.
5. Zheng X. et al. Re-quantifying the emission factors based on field measurements and estimating the direct N<sub>2</sub>O emission from Chinese croplands // Global Biogeochemical Cycles. – 2004. – Т. 18. – №. 2. – 19p.
6. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК 2006 года. Базовое руководство. Подготовлено в рамках Программы по национальным кадаст-

рам парниковых газов // Под ред. Эглстон Х.С., Мива К., Шривастава Н. и Танабэ К. – Хайяма, Япония: ИГЭС, 2006. – 28 с.

7. Методические рекомендации по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации, утвержденные распоряжением Минприроды России от 16.04.2015 №15-р.

© А. В. Комарова, А. Ю. Новиков, 2023