

А. С. Патрикеева

A. S. Patrikeeva

alinka2003.patrikeeva@gmail.com

В. В. Варфоломеева

V. V. Varfolomeeva

varf2@ssau.ru

ФГАОУ ВО «Самарский национальный

исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара

Samara National Research University named after Academician S.P. Korolev, Samara

МЕТОД ПАРЕТО В АНАЛИЗЕ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ

Аннотация. Статья посвящена анализу экологических проблем, связанных с выбросами парниковых газов в России. Особое внимание уделяется методу Парето, который позволяет определить наиболее значимые факторы, влияющие на выбросы.

Ключевые слова: экологические проблемы, парниковые газы, метод Парето, диоксид углерода, выбросы, климатические изменения.

THE PARETO METHOD IN THE ANALYSIS OF GREENHOUSE GAS EMISSIONS

Abstract. The article is devoted to the analysis of environmental problems related to greenhouse gas emissions in Russia. Special attention is paid to the Pareto method, which allows us to determine the most significant factors affecting emissions

Keywords: environmental problems, greenhouse gases, Pareto method, carbon dioxide, emissions, climate change.

Введение. Экологические проблемы являются одними из самых актуальных и важных для человечества. С каждым годом все больше внимания уделяется вопросам экологии и устойчивого развития.

Одна из самых значительных проблем — выбросы парниковых газов, включающих в себя метан (CH₄), углекислый газ (CO₂) и диоксид азота (N₂O) и др.

Предприятия машиностроительной отрасли являются неотъемлемой частью экономики России. Вместе с тем они относятся к I категории предприятий, то есть, оказывают значительное воздействие на окружающую среду. Основными источниками парниковых газов в машиностроении являются процессы производства энергии и использование топлива для работы машин и оборудования.

В рамках направления подготовки «Управление качеством в машиностроении» мы активно применяем статистические методы, одним из которых является анализ Парето. Данный инструмент служит как для идентификации проблемных областей, так и для исследования причин, лежащих в основе этих проблем. Анализ Парето представляет собой статистический подход, предназначенный для выявления ключевых факторов, оказывающих

наибольшее влияние на конечный результат. Этот метод базируется на принципе 80/20, согласно которому 80% итогового результата обусловлены всего 20% причин [1].

Цель работы. Определение ключевых парниковых газов, которые оказывают наибольшее влияние на окружающую среду Российской Федерации для принятия решения по управлению качеством в производственной деятельности предприятий машиностроения.

Методы и материалы исследования. Используется анализ Парето для изучения выбросов парниковых газов, чтобы определить, какие из них имеют наибольшее значение и требуют первоочередного вмешательства для снижения негативного влияния на окружающую среду.

Для выполнения анализа Парето в таблице 1 представлены данные о выбросах парниковых газов в России за период с 2019 по 2021 год. На момент написания статьи статистические данные Росстата по выбросам газов представлены до 2021 года [2]. В таблице 1 перечислены различные газы и объемы выбросов, выраженные в миллионах тонн.

Таблица 1. Выбросы парниковых газов в России

Газы	Год	2019	2020	2021
	Объем выбросов, (млн. тонн)			
Гидрофторуглероды (ГФУ)		36,0	39,1	38,6
Диоксид азота (N ₂ O)		84,0	86,5	88,4
Диоксид углерода (CO ₂)		1705,0	1632,9	1712,0
Гексафторид серы (SF ₆)		1,1	1,1	1,2
Метан (CH ₄)		308,7	299,9	314,8
Перфторуглероды (ПФУ)		1,6	1,7	1,6

Парниковые газы, представленные в таблице 1, были упорядочены в порядке убывания объема выбросов. Для каждого типа газа рассчитывается накопленная сумма числа каждого наименования, процент числа по каждому признаку в общей сумме и накопленный процент [1]. Данные представлены в таблице 2.

Таблица 2. Анализ результатов данных для построения диаграммы Парето

Газы	Объем выбросов, (млн. тонн)	Накопленная сумма объема выбросов, (млн. тонн)	Процент объема выбросов к общей сумме	Накопленный процент
CO ₂	5049,9	5049,9	79,47	79,47
CH ₄	923,4	5973,3	14,53	94,01
N ₂ O	258,9	6232,2	4,07	98,08
ГФУ	113,7	6345,9	1,79	99,87
ПФУ	4,9	6350,8	0,08	99,95
SF ₆	3,4	6354,2	0,05	100,00
Итого:	6354,2	-	100	-

Результаты и их обсуждение. На рисунке 1 представлена диаграмма Парето. На оси абсцисс перечислены различные парниковые газы в порядке убывания их объемов выбросов. На левой оси отображены абсолютные значения объемов выбросов каждого газа, на правой оси показан накопленный процент от общего объема выбросов. Красная кривая (кумулятивная) строится на основе накопленного процента выбросов каждого газа путём прибавления к самому значащему парниковому газу следующих по значимости. Далее строится линия на уровне 80%. В месте пересечения этой линии с кумулятивной кривой опускается перпендикуляр на горизонтальную ось: парниковые газы на вносящие основной вклад находятся слева, менее значимые газы – справа.

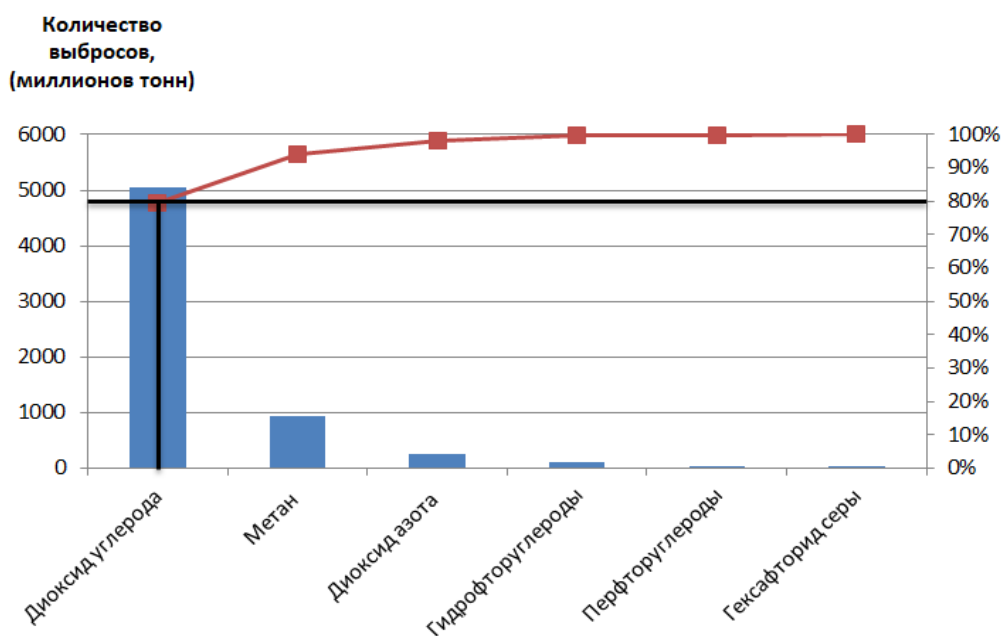


Рисунок 1. Диаграмма Парето

Анализ диаграммы Парето относительно выбросов парниковых газов в России за период с 2019 по 2021 год демонстрирует, что 80% всех выбросов приходится на углекислый газ (CO_2). Это говорит о значительном вкладе диоксида углерода в общее загрязнение атмосферы и усилении парникового эффекта. Для снижения выбросов парниковых газов необходимо усилить контроль над количеством выбрасываемого CO_2 на промышленных предприятиях и рассмотреть возможность повышения платы (сейчас ставка платы за тонну оксида углерода составляет около 2 рублей [3]). В настоящее время рассматривается возможность введения квот на выбросы парниковых газов и создаётся Единая национальная системы мониторинга климатически активных веществ [4].

Кроме того, важно отметить, что метан (CH_4) и диоксид азота (N_2O) также играют значительную роль в создании парникового эффекта. Метан составляет 14,53% от общего

объема выбросов, а N_2O – 4,07%. Эти газы также должны быть включены в стратегию сокращения выбросов.

В то же время, такие газы, как гидрофторуглероды (ГФУ), перфторуглероды (ПФУ) и гексафторид серы (SF_6), составляют лишь небольшую долю от общего объема выбросов. Это указывает на то, что усилия по сокращению выбросов этих газов могут быть менее приоритетными.

Выводы. Использование диаграммы Парето позволяет увидеть, какие виды парниковых газов являются основными источниками загрязнения в России и проводить систематический анализ с целью рекомендации проведения мероприятий по улучшению технологий и производственных процессов. Приоритетными для сокращения вредных выбросов предприятиями являются углекислый газ, метан и диоксид азота. Более низкие доли других газов указывают на то, что усилия по их сокращению могут быть менее существенными в контексте общего улучшения ситуации. Коренные изменения в работу предприятий машиностроения могут внести автоматические средства измерения и учёта показателей выбросов загрязняющих веществ, установленные на стационарные источники [5].

Список литературы

1. Антипов Д. В., Васильева И. П., Еськина Е. В. Статистические методы и инструменты управления качеством продукции. Самара: Изд-во Самар. ун-та, 2022. 88 с.
2. Окружающая среда // Федеральная служба государственной статистики (Росстат). URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194> (дата обращения: 06.05.2024).
3. О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах: постановление Правительства РФ от 13.09.2016 № 913 (с изменениями и дополнениями) // Гарант. URL: <https://base.garant.ru/71489914>.
4. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2022 году: государственный доклад. М.: Минприроды России; МГУ имени М. В. Ломоносова, 2023. 686 с.
5. О требованиях к автоматическим средствам измерения и учета показателей выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ, к техническим средствам фиксации и передачи информации о показателях выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ в государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду: постановление Правительства РФ от 13 марта 2019 г. № 263// Гарант. URL: <https://base.garant.ru/72197618>.