

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ОТ СТАЦИОНАРНЫХ ИСТОЧНИКОВ В МИНСКЕ

Захаренков И.Д.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Камлач В.И. – магистр технических наук, ст. преподаватель кафедры ИПиЭ

Аннотация. В данной статье проводится комплексный анализ динамики выбросов основных загрязняющих веществ (SO_2 , CO , NO_x , TЧ) в атмосферу г. Минска за период 2019–2023 гг. на основе официальных данных Белстата. Исследуется влияние технологических изменений в промышленности, модернизации предприятий и реализации природоохранных программ на динамику выбросов.

Ключевые слова: загрязнение воздуха, выбросы в атмосферу, оксид углерода, диоксид азота, диоксид серы, твёрдые частицы, промышленные источники, Минск, атмосферная экология, Белстат.

Введение. Состояние воздушной среды является одним из ключевых показателей качества окружающей среды в городах и прямо влияет на здоровье населения. В Республике Беларусь основной вклад в загрязнение вносят стационарные и передвижные источники, среди которых доля промышленных предприятий остаётся существенной [1].

Минск характеризуется высокой концентрацией производственных объектов. В последние годы в столице отмечается тенденция к модернизации производств и увеличению инвестиций в природоохранные мероприятия [2]. Для оценки реальной эффективности данных мер в качестве хронологических рамок исследования выбран пятилетний период – с 2019 по 2023 год.

Основная часть. Анализ выполнен на основе официальных данных Минприроды [3] и отчетности предприятий [4] за период 2019–2023 гг., что позволяет выявить среднесрочные тренды выбросов. Рассматриваются четыре основных загрязнителя: диоксид серы, оксиды азота, монооксид углерода и твёрдые частицы. Для каждого вещества проанализирована динамика выбросов и их корреляция с изменениями в промышленном секторе города.

Результаты анализа. Анализ данных по выбросам SO_2 выявил наиболее выраженную положительную динамику. В 2020 г. зафиксирован резкий рост до 3,2 тыс. т (+357% к 2019 г.), вероятно, обусловленный изменением режимов работы предприятий в пандемию COVID-19. В последующие годы наблюдалось устойчивое снижение: до 2,4 тыс. т в 2021 г. с дальнейшей стабилизацией на уровне 0,2–0,3 тыс. т в 2022–2023 гг. (рисунок 1).

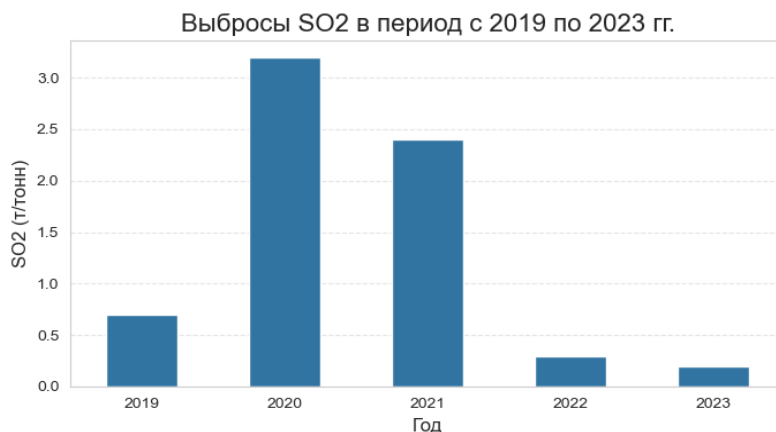


Рисунок 1 – выбросы SO_2 в период 2019–2023 гг.

Выбросы NO_x демонстрируют относительно стабильную динамику (рисунок 2). Это объясняется доминирующей ролью транспортного сектора (передвижных источников) в структуре выбросов оксидов азота, существенно превышающей вклад стационарных источников. Тем не менее, снижение показателей в 2023 г. может отражать эффект модернизации ТЭЦ [4].

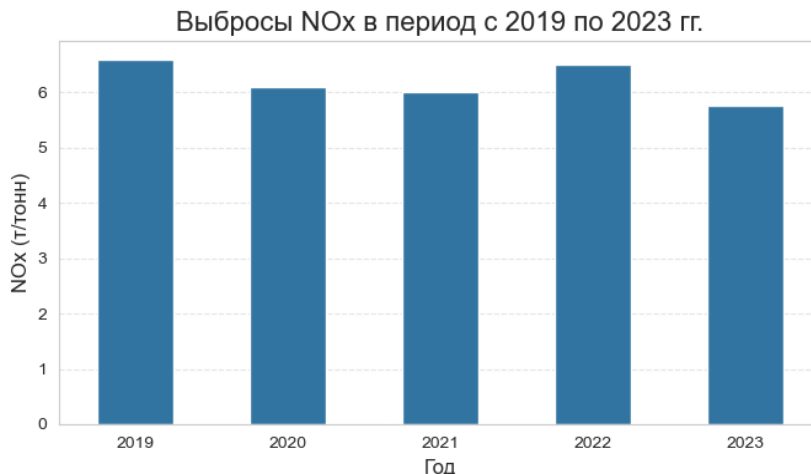


Рисунок 2 – выбросы NO_x в период 2019-2023 гг.

Снижение выбросов CO (рисунок 3) в 2022–2023 гг. на 21,5% относительно пика 2021 г. свидетельствует об эффективности внедрённых технологических улучшений в системах контроля за горением топлива и введении более строгих норм выбросов на предприятиях [5]. Возможным дополнительным фактором, способствовавшим снижению выбросов от теплоэнергетического комплекса Минска в 2020-2021 гг., стал ввод в эксплуатацию Белорусской АЭС.

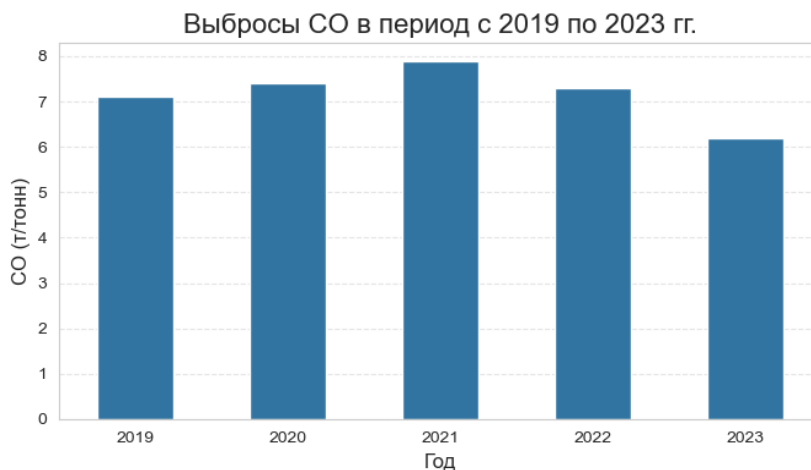


Рисунок 3 – выбросы монооксида углерода в период 2019-2023 гг.

В динамике выбросов твёрдых частиц наблюдается крайне незначительный рост, который, несмотря на модернизацию производственных мощностей МТЗ [6], вероятно, обусловлен интенсификацией строительной деятельности (возведение зданий и сооружений). Это коррелирует с реализацией Госпрограммы «Строительство жилья», демонстрирующей положительную динамику сектора [7].

Заключение. Проведенное исследование динамики выбросов основных загрязняющих веществ в атмосферу города Минска за период 2019–2023 гг. позволило выявить ряд значимых тенденций и факторов, влияющих на состояние воздушной среды столицы.

Анализ показал неоднородную динамику по различным загрязнителям. Наиболее выраженные позитивные изменения зафиксированы по диоксиду серы, где после кратковременного всплеска в 2020 году наблюдается устойчивое снижение выбросов. Данная тенденция свидетельствует об эффективности реализуемых природоохранных мероприятий и технологической модернизации предприятий. Схожая, но и менее выраженная тенденция прослеживается по монооксиду углерода, что указывает на успешное внедрение современных систем контроля процессов. Стабильность выбросов оксидов азота от стационарных источников объясняется доминирующей ролью мобильных источников в общей картине выбросов. Особое внимание заслуживает ситуация с твердыми частицами, где наблюдается незначительный рост выбросов на фоне проводимой модернизации промышленных предприятий. Данная динамика указывает на изменение структуры источников загрязнения в сторону увеличения вклада строительного сектора и других непромышленных источников. Для стабилизации уровня твердых частиц целесообразно более широкое применение современных систем пылеподавления на всех этапах проведения земляных и строительно-монтажных работ в черте города.

Модернизация предприятий и госпрограммы обеспечили положительную динамику по большинству загрязнителей. Однако для устойчивого результата необходим комплексный подход, охватывающий не только промышленные, но и строительные источники.

Список литературы

1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух [Электронный ресурс] // Белстат. Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/okruzhayushchaya-sreda/sovmestnaya-sistema-ekologicheskoi-informatsii2/a-zagryaznenie-atmosfernogo-vozduha-i-razrushenie-ozonovogo-sloya/a-1-vybrosy-zagryaznyayushchih-veschestv-v-atmosferneyi-vozduh>. Дата доступа: 01.12.2025.
2. Затраты на природоохранные мероприятия / Национальный статистический комитет Республики Беларусь // Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. – 2025. – С. 33–34 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/153/kdw8xdozrnl8iij3h0r019o18r88eb9i.pdf>. Дата доступа: 01.12.2025.
3. Национальный доклад о состоянии окружающей среды Республики Беларусь за 2019–2022 годы / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. – 2025. – С. 30 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://minpriroda.gov.by/uploads/files/Natsdoklad-2023-na-sajt.pdf>. Дата доступа: 01.12.2025.
4. Филиал «Минская ТЭЦ-4» РУП «Минскэнерго» [Электронный ресурс] // БЕЛТА. Режим доступа: <https://belta.by/economics/view/filial-minskaja-tets-4-rup-minskenergo-provel-masshtabnuju-rekonstruktsiju-gradirni-st-4-683191-2024/>. Дата доступа: 01.12.2025.
5. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 27 декабря 2023 г. № 33 [Электронный ресурс] // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. Режим доступа: https://naturegome.by/sites/default/files/inline/files/postanovleni-33-20-02-24-2_0.pdf. Дата доступа: 01.12.2025.
6. Реконструкция литейки МТЗ [Электронный ресурс] // Минск-Новости. Режим доступа: <https://minsknews.by/posle-zaversheniya-rekonstrukcii-litejki-mtzh-obemu-vrednyh-vybrosov-sokratyatsya-eshhe-na-1-600-tonn/>. Дата доступа: 01.12.2025.
7. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 28 января 2021 г. № 51 «О Государственной программе «Строительство жилья» на 2021–2025 годы» [Электронный ресурс] // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100051>. Дата доступа: 01.12.2025.

UDC 504.3.054

ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF POLLUTANT EMISSIONS INTO THE ATMOSPHERE FROM STATIONARY SOURCES IN MINSK

Zakharenkau I.D.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kamlach V.I. – Master of Sci. (M. of Sci.), Senior Lecturer at the Department of Engineering Psychology and Ergonomics

Annotation. This article provides a comprehensive analysis of the dynamics of emissions of the main pollutants (SO₂, CO, NO_x, SP) into the atmosphere of the city. Minsk for the period 2019–2023 based on official Belstat data. The impact of technological changes in industry, modernisation of enterprises and implementation of environmental programs on the dynamics of emissions is studied.

Keywords: air pollution, atmospheric emissions, carbon monoxide, nitrogen dioxide, sulphur dioxide, solid particles, industrial sources, Minsk, atmospheric ecology, Belstat.