

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.57.2>

ОЦЕНКА РИСКА ИНГАЛЯЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕКАНЦЕРОГЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ПО ПРИВОЛЖСКОМУ ФЕДЕРАЛЬНОМУ ОКРУГУ

Научная статья

Танисова Д.С.^{1,*}, Нижегородцев А.А.²

¹ ORCID : 0009-0004-2274-4593;

² ORCID : 0000-0002-6025-3961;

^{1,2} Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (gds.1480[at]mail.ru)

Аннотация

В статье рассмотрены показатели качества воздуха городов и оценены вероятности возникновения заболеваний различной этиологии у населения вследствие постоянного или кратковременного вдыхания содержащихся в нем различных поллютантов. Целью данного исследования является оценка популяционного и индивидуального риска нетравматической смертности населения Приволжского Федерального Округа вследствие хронического и острого ингаляционного воздействия NO₂, O₃, PM_{2.5} и PM₁₀, рассчитанного на основе данных о концентрациях данных веществ в атмосферном воздухе крупнейших городов субъектов ПФО. Полученные результаты могут служить основой при построении научно-обоснованной модели управления рисками для предупреждения возникновения неблагоприятных последствий для здоровья человека и снижения уровня смертности, связанного с проявлением экологозависимых заболеваний, в долгосрочной перспективе. Научная новизна данной статьи заключается в комплексном подходе к оценке риска ингаляционного воздействия неканцерогенных веществ, загрязняющих атмосферный воздух Приволжского федерального округа. Кроме того, подобное исследование ранее в данном регионе не проводилось.

Ключевые слова: коэффициент опасности, Индекс качества воздуха, мелкодисперсные частицы, популяционный риск.

RISK EVALUATION OF INHALATION EXPOSURE TO NON-CARCINOGENIC SUBSTANCES IN THE ATMOSPHERIC AIR IN THE VOLGA REGION FEDERAL DISTRICT

Research article

Tanisova D.S.^{1,*}, Nizhegorodtsev A.A.²

¹ ORCID : 0009-0004-2274-4593;

² ORCID : 0000-0002-6025-3961;

^{1,2} National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russian Federation

* Corresponding author (gds.1480[at]mail.ru)

Abstract

The article examines the indicators of urban air quality and estimates the probability of diseases of various etiologies in the population due to continuous or short-term inhalation of various pollutants contained in it. The aim of this study is to evaluate the population and individual risk of non-traumatic mortality of the population of the Volga Federal District due to chronic and acute inhalation exposure to NO₂, O₃, PM_{2.5} and PM₁₀, calculated on the basis of data on the concentrations of these substances in the atmospheric air of the largest cities of the Volga Federal District. The obtained results can serve as a basis for the construction of a science-based model of risk management to prevent the occurrence of adverse effects on human health and reduce the mortality rate associated with the manifestation of environmental diseases in the long term. The scientific novelty of this paper lies in the integrated approach to the risk assessment of inhalation exposure to non-carcinogenic substances polluting the atmospheric air of the Volga Region Federal District. In addition, such research has not been previously conducted in this region.

Keywords: hazard coefficient, Air Quality Index, fine particles, population risk.

Введение

Экологические проблемы и риски с каждым годом становятся всё более актуальны не только для общества в целом, но и для отдельных организаций, являющихся объектами административного менеджмента. Ингаляционное поступление загрязняющих веществ становится фактором риска возникновения целого ряда заболеваний, проявляющихся как при краткосрочном, так и при хроническом воздействии. Актуальность данного исследования заключается в том, что загрязнение атмосферного воздуха существенно ухудшает функцию легких и способно вызвать обострение бронхиальной астмы и хронической обструктивной болезни легких, а также повышать риск развития рака легких [2].

Медико-социальная значимость контроля за загрязнением атмосферного воздуха основываются на том, что обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения является одной из приоритетных целей государственной политики, одним из основных условий реализации конституционных прав граждан на охрану здоровья и благоприятную окружающую среду [11]. Ухудшение состояния здоровья населения напрямую влияет также и на экономическую ситуацию в стране или регионе, которая отражается в снижении работоспособности граждан и

увеличении затрат на медицинское обслуживание. Кроме того, для борьбы с загрязнением требуется значительное финансирование для разработки технологий очистки воздуха и внедрения экологически чистых технологий. В свою очередь, эффективный мониторинг состояния атмосферного воздуха позволит предотвратить возможные проявления заболеваний легочной и сердечно-сосудистой систем, а также поспособствует грамотному распределению инвестиционных ресурсов в сфере охраны окружающей среды.

Основная часть

При анализе качества атмосферного воздуха (табл. 1) в субъектах ПФО был произведен сбор информации с официальной базы данных европейского объединения «Plume Labs», являющегося подразделением американской компании «AccuWeather» по систематизации данных о загрязнении воздуха и прогнозированию погоды по всему миру [5].

Таблица 1 - Шкала качества воздуха по показателю Air Quality Index

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.57.2.1>

Уровень загрязнения	AQI
Хороший	0-0,9
Умеренный	9,1-35,4
Нездоровый для чувствительных групп	35,5-55,4
Нездоровый	55,5-125,4
Очень нездоровый	125,5-225,4
Опасный	>222,5

Период анализа затрагивает один календарный год с октября 2023г. по октябрь 2024г. Помимо этого, оценка индивидуального и популяционного риска смертности от воздействия PM_{2.5} в Республике Башкортостан и Республике Мордовия основана, в целом, на данных 2018–2022 гг.

Анализ показателей качества воздуха (AQI — Air Quality Index) позволил прийти к выводу о том, что во всех субъектах месяцем с наихудшими показателями качества воздуха был март 2024 года.

Лучшие же показатели наблюдались в период октябрь–декабрь 2023г. (но, в основном, в ноябре), а также в июне 2024 года.

Среднегодовые значения (рис. 1) говорят о том, что регионом с самым высоким показателем AQI за выбранный период является Самарская область со значением 39. Лучшая ситуация наблюдается в Пензенской области, где среднегодовой AQI = 19. Кроме того, в большинстве регионов значение этого индекса находилось в пределах 28–37, что говорит о хорошем, а в некоторых субъектах — близким к умеренному уровню загрязнения воздуха.

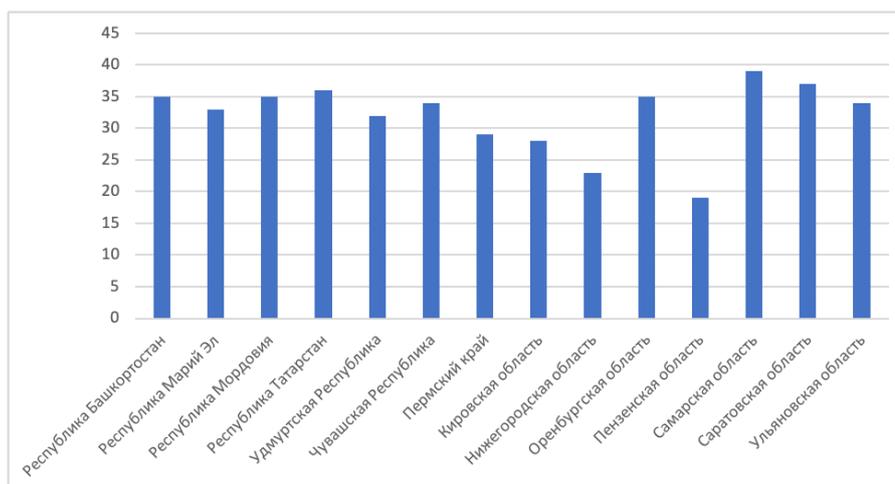


Рисунок 1 - Среднегодовые значения Индекса качества атмосферного воздуха (AQI) в субъектах ПФО

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.57.2.2>

Худшие показатели загрязнения воздуха за весь период наблюдения были в марте и августе 2024 года. Так, в Кировской области AQI был равен 114 и оценивал уровень загрязнения как «нездоровый». Примерно такой же показатель в Республике Марий Эл (105) и Республике Чувашия (102).

В июне 2024 года повышенные показатели AQI наблюдалось в большем количестве регионов: Саратовская область (113), Республика Мордовия (101), Пензенская область (101), Республика Татарстан (100), Самарская область (96).

Стоит отметить, что Республика Мордовия, Пензенская и Саратовская области — единственные регионы, в которых AQI оценивался как «нездоровый» в течение нескольких дней подряд. При этом, в двух последних регионах такой уровень сохранялся на протяжении четырех дней, а в Республике Мордовия — в течение суток.

Минимальные значения индекса во всех субъектах были в пределах 10-12, что соответствует характеристике загрязнения «низкий». При этом, Кировская область, являясь регионом, в котором наблюдался самый высокий уровень кратковременного загрязнения атмосферного воздуха, одновременно, в течение года, был рекордсменом по количеству дней с «хорошей» оценкой AQI – 118 дней в году, что составляет около 32%.

В целом, в каждом из регионов в течение года более 200 дней характеризовались «хорошей» оценкой AQI (рис. 2).

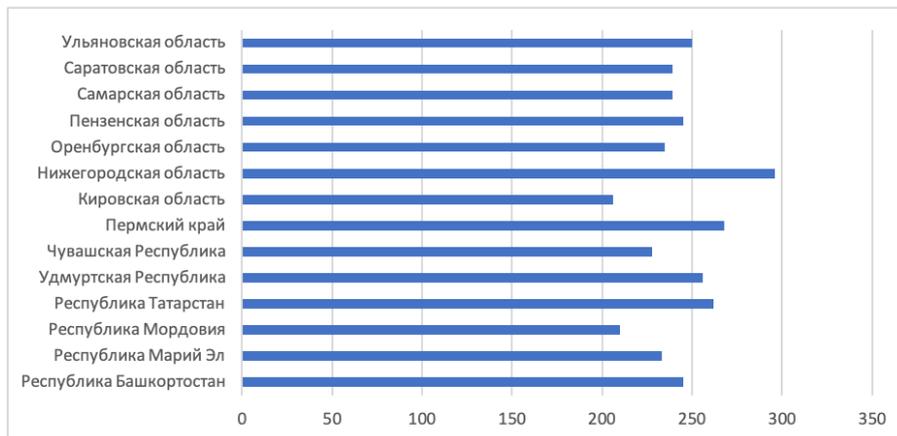


Рисунок 2 - Количество дней, когда значение Индекса качества атмосферного воздуха (AQI) соответствует оценке «хорошо»

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.57.2.3>

В соответствии с новым подходом к экологической безопасности, основанным на концепции риска, различают индивидуальный и коллективный риски. Индивидуальный риск определяется вероятностью экстремального вреда — смерти индивидуума от некоторой причины, рассчитываемой для всей его жизни или для одного года [10].

Методология оценки риска дополнительной заболеваемости и смертности основывается на принятых коэффициентах зависимости «концентрация-ответ», воздействующих концентрациях или дозах и оценивается в соответствии с классификацией уровней риска (табл. 2). Вычисляется как индивидуальный, так и популяционный риск по формулам:

$$Ir = Sf * AAC \quad (1)$$

где:

Ir — индивидуальный риск,

Sf — коэффициент «концентрация-ответ»,

AAC — среднегодовая концентрация.

Таблица 2 - Классификация уровней риска [14]

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.57.2.4>

Уровень риска	Индивидуальный пожизненный риск	Коэффициент опасности развития неканцерогенных эффектов (HQ) для отдельных веществ
Высокий	$>10^{-3}$	> 3
Настораживающий	$1,1 * 10^{-4} - 1,0 * 10^{-3}$	1,1 - 3
Допустимый	$1,1 * 10^{-6} - 1,0 * 10^{-4}$	менее 1,0
Минимальный	$1,0 * 10^{-6}$ и менее	0,1 и менее

Для оценки индивидуального риска величину популяционного риска делят на число жителей n:

$$Ir = Ip/n \quad (2)$$

В результате анализа Индекса качества атмосферного воздуха было отмечено, что основной вклад в загрязнение вносят: NO₂, O₃, PM_{2.5} и PM₁₀. Для данных веществ была рассчитана количественная оценка риска неканцерогенных эффектов — коэффициент опасности HQ. Величины рассчитывались для условий острого и хронического ингаляционного воздействия.

Для количественной оценки риска неканцерогенных эффектов применяется показатель коэффициента опасности HQ, который определяется как отношение определенной экспозиции (концентрации С к референтному уровню для хронического (RfC) и острого действия (ARfC)):

$$HQ = C/RfC \quad (3)$$

Величины HQ рассчитываются для условий острого и хронического ингаляционного воздействия. Индексы опасности рассчитываются для веществ, оказывающих воздействие на одни и те же целевые органы и системы организма.

Таким образом, для ПФО, самый высокий уровень риска при хроническом ингаляционном воздействии наблюдается во всех субъектах по отношению к концентрации озона и оценивается как «настораживающий». Самый высокий уровень риска по данному веществу оказался в марте в Республике Башкортостан, Пермском крае и Кировской области.

Допустимый уровень риска наблюдается почти во всех субъектах по отношению к мелкодисперсным частицам, за исключением показателей марта, апреля и июня 2024 года, где такой риск оценивается как «высокий».

Наблюдался также допустимый уровень риска воздействия диоксида азота во всех субъектах, за исключением Республики Мордовия, Республики Марий Эл и Кировской области, где данный уровень оценивался как «минимальный» (рис. 3).



Рисунок 3 - Риск хронического ингаляционного воздействия NO_2 в ПФО
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.57.2.5>

В результате расчета острого воздействия веществ можно сделать вывод, что как по расчетам рисков отдельных веществ, так и по комбинированному воздействию риск оценивается как «минимальный», за исключением риска воздействия озона, который оценивается как «допустимый» во всех рассматриваемых субъектах.

Для характеристики риска комбинированного действия химических веществ используются индексы опасности:

$$HI = \sum HQ \quad (4)$$

Так, при комбинированном хроническом воздействии риск оценивается как «настораживающий», в основном, за счет вклада озона (рис.4). В Республиках Марий Эл, Чувашия, а также в Кировской области в марте 2023 года этот риск оценивался как «высокий».



Рисунок 4 - Риск комбинированного хронического ингаляционного воздействия NO_2 , O_3 , $\text{PM}_{2.5}$ и PM_{10} в ПФО
 DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.57.2.6>

Было отмечено, что наибольший вклад в оценку Индекса качества атмосферного воздуха вносили показатели концентрации мелкодисперсных частиц. Увеличение концентрации $\text{PM}_{2.5}$ на каждые 10 мкг/м^3 приводит к возрастанию не травматической смертности от всех причин на 4%, смертности от легочных и сердечно-сосудистых заболеваний на 6%, от рака легких на 8%. Популяционный риск нетравматической смертности от воздействия $\text{PM}_{2.5}$ можно рассчитать по следующей формуле:

$$I_p\text{PM}_{2.5} = [M_0 * 0.04 * 0.01] * AAC\text{PM}_{2.5} \quad (5)$$

Популяционный риск смертности от легочных и сердечно-сосудистых заболеваний от воздействия $\text{PM}_{2.5}$ можно рассчитать по следующей формуле:

$$I_p\text{PM}_{2.5} = [M_{\text{лс}} * 0.06 * 0.01] * AAC\text{PM}_{2.5} \quad (6)$$

где $M_{\text{лс}}$ — фоновая смертность от легочных и сердечно-сосудистых заболеваний.

Таким образом был рассчитан популяционный и индивидуальный риск $\text{PM}_{2.5}$ в Республике Башкортостан за 2021 и 2022 год, а также в Республике Мордовия с 2018 по 2022 год. В результате все показатели риска говорят о том, что он оценивается как «минимальный» (табл. 3).

Таблица 3 - Индивидуальный и популяционный риск смертности от воздействия $\text{PM}_{2.5}$ в Республике Башкортостан и Республике Мордовия

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.57.2.7>

	Год	Индивидуальный риск, 10^{-6}	Популяционный риск	Популяционный риск смертности от легочных и сердечно-сосудистых заболеваний
Республика Башкортостан	2022	0,020	0,080	0,034
	2021	0,017	0,069	0,036
Республика Мордовия	2022	0,038	0,030	0,013
	2021	0,030	0,023	0,008
	2020	0,055	0,043	0,017
	2019	0,063	0,050	0,022
	2018	0,064	0,051	0,024

Таким образом, для снижения индивидуального и популяционного риска нетравматической смертности населения вследствие ингаляционного воздействия загрязняющих веществ, необходимо принять комплексные меры, направленные на улучшение качества атмосферного воздуха. Среди данных мер нами были выделены следующие:

1. Улучшение транспортной инфраструктуры.
2. Внедрение современных технологий очистки выбросов и фильтрации, а также регулярный мониторинг и контроль за соблюдением экологических норм.
3. Стимулирование использования чистых источников энергии.
4. Просвещение населения о вреде загрязнения воздуха и способах его снижения.
5. Создание экологического каркаса в городах и пригородных территориях.
6. Установка станций мониторинга для регулярного контроля за уровнем загрязняющих веществ.
7. Установление строгих стандартов для выбросов транспорта, промышленных и строительных объектов.

Заключение

В результате исследования были получены следующие результаты:

1. Зафиксирован высокий уровень риска хронического ингаляционного воздействия озона (уровень риска $>3,0$) во всех субъектах ПФО.
2. Зафиксирован допустимый уровень риска хронического ингаляционного воздействия мелкодисперсных частиц (уровень риска $0,1-1,0$) во всех субъектах ПФО.
3. Зафиксирован допустимый уровень риска хронического ингаляционного воздействия диоксида азота (уровень риска $0,1-1,0$) во всех субъектах ПФО, за исключением Республики Мордовия, Республики Марий Эл и Кировской области, где данный уровень оценивается как «минимальный» (уровень риска $< 0,1$).
4. Риск комбинированного хронического воздействия оценивается как «настораживающий» (уровень риска $3,1-6,0$), в основном, за счет вклада озона. В Республиках Марий Эл, Чувашия, а также в Кировской области в марте 2023 года этот риск оценивался как «высокий» (уровень риска $> 6,0$).
5. Расчет рисков от острого воздействия отдельных веществ, а также, по комбинированному воздействию данных веществ оценивается как «минимальный» (уровень риска $< 0,1$ и $< 1,0$ соответственно). Исключением является риск воздействия озона, который оценивается как «допустимый» (уровень риска $0,1-1,0$) во всех субъектах ПФО.
6. Популяционный и индивидуальный риск для $PM_{2.5}$ в Республике Башкортостан за 2021 и 2022 год, а также в Республике Мордовия с 2018 по 2022 год оценивается как «минимальный» (уровень риска $< 1 \cdot 10^{-6}$).

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Позднякова М.А., Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии, Нижний Новгород Российская Федерация
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.57.2.8>

Conflict of Interest

None declared.

Review

Pozdnyakova M.A., Nizhny Novgorod Research Institute of Hygiene and Occupational Pathology, Nizhny Novgorod Russian Federation
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2025.57.2.8>

Список литературы / References

1. Cori L. Risk perception of air pollution: A systematic review focused on particulate matter exposure. / L. Cori, G. Donzelli, F. Gorini // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. — 2020. — 17. — P. 27–61.
2. Dockery D.W. Pollution and health: a progress update. / D.W. Dockery, R. Fuller, P.J. Landrigan et al. // *Lancet Planet Health*. — 2022. — 6. — P. 535–547. — URL: [https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196\(22\)00090-0/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196(22)00090-0/fulltext) (accessed: 02.04.25).
3. Zervas E. Air pollution and air pollution treatment technology / E. Zervas, I. Sebos // *Kallipos, Open Academic Editions*. — 2024. — 1. — P. 5–19. DOI: 10.57713/kallipos-1032.
4. Parvaiz A.K. Health and economic impact of air pollution in the states of India: the Global Burden of Disease Study 2019 / A.K. Parvaiz // *The Lancet Planetary Health*. — 2021. — 5(1). — P. 1–14.
5. NAAQS table [Electronic source] // U.S. Environmental Protection Agency. — 2021. — URL: <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>. (accessed: 07.01.25)
6. Harrison R.M. Dies of the coarse particle (2.5-10) component in UK urban atmospheres / R.M. Harrison // *Atmospheric Environment*. — 2001. — 35. — P. 367–379.
7. Tainio M. Uncertainty in health risks due to anthropogenic primary fine particulate matter from different source types in Finland / M. Tainio // *Atmospheric Environment*. — 2010. — 44. — P. 225–232.
8. Fang W. PM10 and PM2.5 and Health Risk Assessment for Heavy Metals in a Typical Factory for Cathode Ray Tube Television Recycling / W. Fang, Y. Yang, Z. Xu // *Environmental science & Technology*. — 2013. — 47. — P. 129–136.
9. Барг А.О. Методические подходы к оценке субъективного восприятия риска населением при воздействии загрязнения атмосферного/ А.О. Барг, Н.А. Лебедева-Несевря, М.Д. Корнилицына // *Оценка риска в гигиене*. — 2022. — 2. — С. 28–37.
10. Гелашвили Д.Б. Принципы и методы экологической токсикологии / Д.Б. Гелашвили, В.С. Безель, Е.Б. Романова и др. — Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2016. — 704 с.

11. Зайцева Н.В. Опыт организации и проведения санитарно-эпидемиологических исследований по выявлению и доказательству связи нарушений здоровья населения с качеством атмосферного воздуха в зонах влияния хозяйствующих субъектов / Н.В. Зайцева, И.Г. Жданова-Заплесвичко, М.А. Землянова и др. // *Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО* [Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО]. — 2021. — 1. — С. 4–15. — URL: https://zniso.fcgi.ru/jour/article/view/473?locale=ru_RU (дата обращения: 04.04.25).
12. Лещук С.И. Оценка влияния загрязненного воздуха на здоровье населения. / С.И. Лещук, Д.Ц. Очиржапова // *Вестник Сибирской Академии права, экономики и управления*. — 2012. — 1(5). — С. 64–67.
13. Съедина Н.В. Особенности управления и контроля экологическими рисками в городских агломерациях: правовой аспект. / Н.В. Съедина, М.Ю. Яцевич // *Bulletin of the Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia*. — 2024. — 5. — С. 161–167. (дата обращения: 08.04.25).
14. Халтурина О.А. Финансовое и нормативное обеспечение реализации федерального проекта «Чистый воздух» / О.А. Халтурина // *Индустриальная экономика*. — 2022. — 2(2). — С. 155–160. DOI: 10.47576/2712-7559_2022_2_2_155
15. Бикмухаметова Л.М. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на заболеваемость населения среднего приобья болезнями органов дыхания/ Л.М. Бикмухаметова // *Проблемы региональной экологии*. — 2020. — 2. — С. 27–32. DOI: 10.24411/1728-323X-2020-12027

Список литературы на английском языке / References in English

1. Cori L. Risk perception of air pollution: A systematic review focused on particulate matter exposure. / L. Cori, G. Donzelli, F. Gorini // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. — 2020. — 17. — P. 27–61.
2. Dockery D.W. Pollution and health: a progress update. / D.W. Dockery, R. Fuller, P.J. Landrigan et al. // *Lancet Planet Health*. — 2022. — 6. — P. 535–547. — URL: [https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196\(22\)00090-0/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196(22)00090-0/fulltext) (accessed: 02.04.25).
3. Zervas E. Air pollution and air pollution treatment technology / E. Zervas, I. Sebos // *Kallipos, Open Academic Editions*. — 2024. — 1. — P. 5–19. DOI: 10.57713/kallipos-1032.
4. Parvaiz A.K. Health and economic impact of air pollution in the states of India: the Global Burden of Disease Study 2019 / A.K. Parvaiz // *The Lancet Planetary Health*. — 2021. — 5(1). — P. 1–14.
5. NAAQS table [Electronic source] // U.S. Environmental Protection Agency. — 2021. — URL: <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>. (accessed: 07.01.25)
6. Harrison R.M. Dies of the coarse particle (2.5-10) component in UK urban atmospheres / R.M. Harrison // *Atmospheric Environment*. — 2001. — 35. — P. 367–379.
7. Tainio M. Uncertainty in health risks due to anthropogenic primary fine particulate matter from different source types in Finland / M. Tainio // *Atmospheric Environment*. — 2010. — 44. — P. 225–232.
8. Fang W. PM10 and PM2.5 and Health Risk Assessment for Heavy Metals in a Typical Factory for Cathode Ray Tube Television Recycling / W. Fang, Y. Yang, Z. Xu // *Environmental science & Technology*. — 2013. — 47. — P. 129–136.
9. Barg A.O. Metodicheskie podkhodi k otsenke subektivnogo vospriyatiya riska naseleniem pri vozdeistvii zagryazneniya atmosfernogometodicheskie podkhodi k otsenke subektivnogo vospriyatiya riska naseleniem pri vozdeistvii zagryazneniya atmosfernogo [Methodical approaches to assessing subjective health risk perception by population under exposure to ambient air pollution] / A.O. Barg, N.A. Lebedeva-Nesevrya, M.D. Kornilitsina // *OTsenka riska v gigiene* [Hygiene risk analysis]. — 2022. — 2. — P. 28–37. [in Russian]
10. Gelashvili D.B. Printsipi i metodi ekologicheskoi toksikologii [Principles and methods of ecological toxicology] / D.B. Gelashvili, V.S. Bezel, Ye.B. Romanova et al. — Nizhnii Novgorod : Izd-vo NNGU, 2016. — 704 p. [in Russian]
11. Zaitseva N.V. Opit organizatsii i provedeniya sanitarno-epidemiologicheskikh issledovaniy po viyavleniyu i dokazatelstvu svyazi narushenii zdorovya naseleniya s kachestvom atmosfernogo vozdukha v zonakh vliyaniya khozyaistvuyushchikh subektov [Experience in Organizing and Conducting Epidemiological Studies to Detect and Prove the Causal Relationship between Ambient Air Quality and Health Disorders in the Population of Industrially Contaminated Sites] / N.V. Zaitseva, I.G. Zhdanova-Zaplesvichko, M.A. Zemlyanova et al. // *Zdorov'e naseleniya i sreda obitanija – ZNiSO* [Public Health and Life Environment – PH&LE]. — 2021. — 1. — P. 4–15. — URL: https://zniso.fcgi.ru/jour/article/view/473?locale=ru_RU (accessed: 04.04.25). [in Russian]
12. Leshhuk S.I. Ocenka vliyaniya zagryaznennogo vozduxa na zdorov'e naseleniya [Assessment of the impact of air pollution on public health]. / S.I. Leshhuk, D.Cz. Ochirzhapova // *Bulletin of the Siberian Academy of Law, Economics and Management*. — 2012. — 1(5). — P. 64–67. [in Russian]
13. S"edina N.V. Osobennosti upravleniya i kontrolya e'kologicheskimi riskami v gorodskix aglomeratsiyax: pravovoj aspekt [Features of environmental risk management and control in urban agglomerations: legal aspect]. / N.V. S"edina, M.Yu. Yacevich // *Bulletin of the Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia*. — 2024. — 5. — P. 161–167. (accessed: 08.04.25). [in Russian]
14. Khalturina O.A. Finansovoe i normativnoe obespechenie realizatsii federalnogo proekta «ChIstii vozdukh» [Financial and regulatory support for the implementation of The clean air federal project] / O.A. Khalturina // *Industrialnaya ekonomika* [Industrial economy]. — 2022. — 2(2). — P. 155–160. DOI: 10.47576/2712-7559_2022_2_2_155 [in Russian]
15. Bikmukhametova L.M. Vliyaniye zagryazneniya atmosfernogo vozdukha na zaboлеваemost naseleniya srednego priobya boleznymi organov dikhaniya [Influence of atmospheric air pollution on the population with respiratory diseases in the middle ob region] / L.M. Bikmukhametova // *Problemi regionalnoi ekologii* [Problems of regional ecology]. — 2020. — 2. — P. 27–32. DOI: 10.24411/1728-323X-2020-12027 [in Russian]