

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕАЛИЗАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ПРОЕКТА «ЧИСТЫЙ ВОЗДУХ» В ПРОМЫШЛЕННЫХ ЦЕНТРАХ КУЗБАССА

А. В. Бачина¹, Е. В. Коськина², Л. А. Глебова¹✉

¹ Центр гигиены и эпидемиологии в Кемеровской области — Кузбассе, Кемерово, Россия

² Кемеровский государственный университет, Кемерово, Россия

Крупные промышленные центры Кузбасса — города Новокузнецк и Кемерово являются участниками федерального проекта «Чистый воздух». С 2018 и 2023 гг. соответственно в них реализуют Комплексные планы мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ, направленные на повышение качества воздушной среды и жизни населения, предусмотренные национальным проектом «Экология». Целью исследования было выполнить гигиеническую оценку атмосферного воздуха в рамках реализации мероприятий федерального проекта «Чистый воздух» для совершенствования системы мониторинга воздушной среды промышленных центров Кузбасса. Проведены оценка динамики выбросов загрязняющих веществ, анализ результатов измерений атмосферного воздуха на 16 стационарных постах. Идентификацию опасности и оценку уровней формируемой экспозиции выполняли с использованием методических подходов МР 2.1.6.0157-19. В г. Новокузнецке объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух снизился на 18,1%, а в г. Кемерово — увеличился на 12,4%. Индекс загрязнения атмосферы оценен как «чрезвычайно высокий» и «высокий» соответственно. Оценено взаимное расположение стационарных и маршрутных постов наблюдения качества атмосферного воздуха, определены зоны влияния выбросов ведущих предприятий, дана оценка рациональности расположения точек наблюдения, внесены необходимые коррективы. Совершенствование мониторинга воздушной среды позволит получать адекватную и своевременную информацию о качестве атмосферного воздуха и разрабатывать мероприятия по улучшению среды обитания и здоровья населения.

Ключевые слова: чистый воздух, посты и программа наблюдения, динамика выбросов, мониторинг качества атмосферного воздуха, приоритетные загрязнители, индекс загрязнения атмосферы

Вклад авторов: А. В. Бачина — концепция, дизайн исследования, анализ и интерпретация результатов; Е. В. Коськина — концепция и дизайн исследования, подготовка рукописи, редактирование; Л. А. Глебова — сбор данных, анализ и интерпретация результатов.

✉ **Для корреспонденции:** Людмила Александровна Глебова
проспект Шахтеров, д. 20, г. Кемерово, 650002, Россия; glebowa@yandex.ru

Статья получена: 03.12.2025 **Статья принята к печати:** 09.12.2025 **Опубликована онлайн:** 29.12.2025

DOI: 10.24075/rbh.2025.147

Авторские права: © 2025 принадлежат авторам. Лицензиат: РНИМУ им. Н. И. Пирогова. Статья размещена в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

HYGIENIC ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC AIR IN KUZBASS INDUSTRIAL CENTERS AS PART OF THE "CLEAN AIR" FEDERAL PROJECT

Bachina AV¹, Koskina EV², Glebova LA¹✉

¹ Kemerovo Region Center for Hygiene and Epidemiology, Kemerovo, Russia

² Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

Novokuznetsk and Kemerovo, major industrial centers in Kuzbass, participate in the "Clean Air" federal project. Since 2018 and 2023, respectively, they have been implementing Comprehensive Action Plans devised to decrease contaminating emissions and thus improve the quality of the air and the quality of life of the population. The Plans are part of the "Ecology" national project. This study aimed to hygienically assess the quality of atmospheric air as part of the implementation of the "Clean Air" federal project, which involves improving the air monitoring system in the industrial centers of Kuzbass. Hazard identification and assessment of exposure levels were performed using the methodology provided in MR (methodological recommendations) 2.1.6.0157-19. In Novokuznetsk, air pollutant emissions decreased by 18.1%, while in Kemerovo they increased by 12.4%. The atmospheric pollution index was rated as "extremely high" and "high", respectively. As part of the study, we evaluated the spatial relationship between stationary and route air quality monitoring stations, identified emission impact zones for major industrial complexes, assessed the rationality of observation point locations, and implemented the necessary adjustments. Improving air quality monitoring will make it possible to obtain adequate and timely information on air quality and develop measures to improve the living environment and public health

Keywords: clean air, stations and monitoring program, emission dynamics, air quality monitoring, priority pollutants, air pollution index

Author contribution: Bachina AV — study concept and design, analysis and interpretation of the results; Koskina EV — study concept and design, manuscript writing and editing; Glebova LA — data acquisition, analysis and interpretation of the results.

✉ **Correspondence should be addressed:** Lyudmila A. Glebova
prospekt Shahterov, 20, Kemerovo, 650002, Russia; glebowa@yandex.ru

Received: 03.12.2025 **Accepted:** 09.12.2025 **Published online:** 29.12.2025

DOI: 10.24075/rbh.2025.147

Copyright: © 2025 by the authors. Licensee: Pirogov University. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Сохранение здоровья и увеличение продолжительности жизни населения являются стратегическими задачами государства. Доказано, что загрязнение атмосферного воздуха урбанизированных территорий формирует медико-демографические потери в виде дополнительной заболеваемости, смертности и инвалидизации населения

от болезней сердечно-сосудистой системы, злокачественных новообразований и др. [1, 2].

Улучшение состояния среды обитания и, как следствие, медико-демографической ситуации в городах с высоким уровнем техногенного загрязнения определило разработку и реализацию федерального проекта «Чистый воздух».

Одним из целевых показателей проекта является снижение выбросов опасных загрязняющих веществ в крупных промышленных центрах не менее чем на 20% совокупного объема выбросов [3–5].

Особое значение приобретает достижение целевых показателей в таком регионе, как Кемеровская область — Кузбасс, который занимает ведущее место в России по концентрации предприятий углехимии, машиностроения, теплоэнергетики. На долю Кузбасса приходится значительный объем добычи и переработки каменных углей, проката черных металлов, производства ферросилиция, железнодорожных магистральных рельсов. Производственные выбросы предприятий ведущих отраслей промышленности сформировали высокие уровни антропо-техногенного загрязнения окружающей среды, в том числе атмосферного воздуха, в крупных агломерациях — городах Новокузнецк и Кемерово. Результаты исследований в регионах с неудовлетворительным состоянием воздушной среды свидетельствуют о снижении продолжительности и качества жизни населения [6, 7].

Региональные особенности погодных условий Кемеровской области — это резко континентальный климат со значительными годовыми и суточными колебаниями температур, инверсиями, преобладанием пониженного давления, слабых ветров в сочетании с интенсивной сезонной солнечной радиацией, способствующей образованию фотохимического смога. До 100 дней в году приходится на неблагоприятные с точки зрения рассеивания выбросов метеосостояния, отрицательные последствия которых особенно выражены в промышленных центрах [8]. Прежде всего, это обусловлено их расположением в Кузнецкой котловине — юго-западной части Западной Сибири, а также приближением к месту соединения Кузнецкой впадины с горными массивами Кузнецкого Алатау, Горной Шории и Салаира. Таким образом, климато-географические особенности Кузбасса создают условия, препятствующие рассеиванию загрязняющих веществ в атмосферном воздухе [9].

Кроме того, общей особенностью промышленных городов Кузбасса являются исторически сложившиеся планировочные решения, из-за которых большинство промышленных предприятий расположено в непосредственной близости от жилой застройки. Сосредоточение значительного количества источников поступления загрязняющих веществ в атмосферный воздух на сравнительно небольшой территории, недостаточная эффективность технологических и санитарно-технических решений свидетельствуют о назревшей необходимости разработки и внедрения комплексных планов реализации мероприятий, направленных на охрану атмосферного воздуха, оценки их результативности и эффективности.

Важными научно-практическими задачами остаются оценка зоны влияния и пространственного распределения выбросов промышленных предприятий, оптимизация контроля и создание достоверной системы мониторинга качества атмосферного воздуха, ориентированной на наблюдение за веществами, отрицательно влияющими на здоровье населения. Особое значение имеет оценка взаимного расположения стационарных и маршрутных постов наблюдения, определение приоритетных компонентов загрязнения, точек воздействия концентраций, представляющих наибольшую опасность для жизни и здоровья населения, выявление районов, наиболее неблагоприятных для проживания [10, 11].

Таким образом, улучшение качества атмосферного воздуха, совершенствование методов его гигиенической оценки имеют большое значение для реализации мероприятий федерального проекта «Чистый воздух» [12, 13].

Целью исследования было выполнить гигиеническую оценку атмосферного воздуха в рамках реализации мероприятий федерального проекта «Чистый воздух» для совершенствования системы мониторинга воздушной среды промышленных центров Кузбасса.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования были приоритетные по уровню загрязнения атмосферного воздуха территории Кемеровской области — города Новокузнецк и Кемерово. Г. Кемерово с численностью населения 542 928 человек и площадью 294,8 км² — это крупный центр химического производства, первый по плотности населения город Кемеровской области. Основные химические предприятия города — ОАО «Азот», специализирующийся на выпуске аммиачной селитры, азотной кислоты, капролактама, и ООО «Химпром», который специализируется на хлорном производстве (хлор, соляная кислота, каустическая сода) и органическом синтезе (полиэфиры, полипропиленгликоль).

Одним из крупнейших промышленных центров России является г. Новокузнецк с численностью населения 546 951 человек и площадью 424,27 км², преимущественно специализирующийся на металлургическом производстве и добыче угля. Основу промышленного комплекса составляют металлургический комбинат, заводы черной и цветной металлургии, угольные шахты, теплоэлектростанции.

Оценка санитарно-эпидемиологической ситуации, характеризующей качество атмосферного воздуха и его влияние на здоровье населения, обоснование мероприятий по снижению выбросов и совершенствованию существующей наблюдательной сети выполнены с использованием методических подходов, разработанных в рамках методического обеспечения федерального проекта «Чистый воздух» [14–16].

Гигиеническая оценка предусматривала анализ данных социально-гигиенического мониторинга с момента начала реализации мероприятий федерального проекта «Чистый воздух»: за период с 2017 по 2024 г. Для анализа использовали данные об источниках выбросов загрязняющих веществ, их параметры и пространственные характеристики, уровни формируемой экспозиции из проектов нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (ПДВ) промышленных предприятий, включенных в комплексный план по квотированию выбросов.

Оценка динамики выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух проведена с использованием материалов доклада Министерства природных ресурсов и экологии Кузбасса [17].

Для гигиенической оценки качества атмосферного воздуха использовали результаты инструментальных наблюдений на стационарных постах ЦГМС — филиала ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС». Наблюдательная государственная сеть представлена восемью стационарными постами в каждом городе. Программа наблюдения включала в себя контроль содержания основных загрязнителей атмосферного воздуха и маркерных веществ, наиболее значимых для конкретного производства, характеризующих особенности производственного процесса. Показания приборов снимали каждые 20 минут.

В г. Новокузнецке на стационарных постах автоматическими устройствами в непрерывном режиме осуществлялся контроль таких веществ, как взвешенные вещества, диоксид азота, оксид углерода, диоксид серы, углерод черный (сажа), фенол, формальдегид, свинец, оксид азота, озон, аммиак, сероводород, взвешенные частицы PM_{2,5}, PM₁₀. Отбор проб осуществлялся в стандартном режиме по полной программе в 01, 07, 13, 19 ч по местному времени.

В г. Кемерово на стационарных постах отбор проб атмосферного воздуха проводился по неполной программе наблюдения в 07, 13, 19 ч по местному времени. Осуществлялся контроль таких показателей, как фтористый водород, цианистый водород, взвешенные вещества, диоксид азота, оксид углерода, диоксид серы, углерод черный (сажа), фенол, формальдегид, свинец.

Гигиеническую оценку уровня загрязнения атмосферного воздуха в городах выполняли путем сравнения концентраций, полученных в точках расположения постов наблюдений, с предельно допустимыми концентрациями, утвержденными СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Показатели разовых результатов соотносили с предельно допустимой максимальной разовой концентрацией (далее — ПДК_{мр}), осредненных в течение суток — с предельно допустимой среднесуточной концентрацией (далее — ПДК_{сс}). По результатам наблюдения в течение года выполняли расчет среднегодовой концентрации, которая соотносилась с предельно допустимой среднегодовой концентрацией (далее — ПДК_{ср}), так как минимальное количество исследований на стационарных постах составляло более 300 проб каждой примеси в каждой точке.

Для определения степени загрязнения выполняли расчет индекса загрязнения атмосферного воздуха (далее — ИЗА) — суммы среднегодовых значений концентраций (в долях ПДК, с соотношением класса опасности каждого загрязняющего вещества с классом опасности диоксида серы) пяти загрязняющих веществ, которые внесли наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха города.

На основании расчета суммарного коэффициента опасности в соответствии с МР 2.1.6.0157-19 проведен пространственный анализ влияния предприятий г. Новокузнецка на санитарную территорию. Оценено взаимное расположение маршрутных, стационарных постов наблюдения и предприятий города. Пространственный анализ проведен с помощью программного продукта ArcGIS (ESRI; США) (лицензионное соглашение № 2010RUS7342).

Расчеты проведены с применением математических функций из стандартного пакета MS Excel 2016 (Microsoft; США). Выполнен расчет суммы, среднего значения, тенденции.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Комплексным планом мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух городов Кемерово и Новокузнецка предусмотрено выполнение целевых показателей обеспечения качества воздушной среды и благоприятных условий проживания населения.

При формировании программы и плана действий в рамках проекта «Чистый воздух» использован комплексный подход к реализации технологических, санитарно-технических, планировочных и организационных мероприятий. В целях достижения контрольных результатов федерального проекта «Чистый воздух» в городах Кемерово и Новокузнецк

предусмотрены следующие меры: обновление транспортного подвижного состава и его перевод на экологические виды топлива; обеспечение внедрения новых технологических и производственных решений, эффективных методов и сооружений пылегазовой очистки; газификация частного сектора, расселение аварийного жилья, модернизация и капитальный ремонт действующих мощностей теплоэнергетического комплекса; оптимизация мониторинга качества атмосферного воздуха, в том числе модернизация существующей наблюдательной сети, расширение социально-гигиенического мониторинга, повышение автоматизации контроля данных, переоснащение подведомственной Росприроднадзору и Роспотребнадзору лабораторной базы.

По данным регионального министерства экологии и природных ресурсов, работа ведется по 24 мероприятиям. В г. Кемерово совокупный объем выбросов в атмосферный воздух к 2036 г. планируется снизить на 88,165 тыс. тонн или в два раза по сравнению с показателем 2020 г. К концу 2026 г. в г. Новокузнецке совокупный объем выбросов в атмосферный воздух сократится на 83,769 тыс. тонн, то есть на 25,10% от уровня 2017 г. Снижение совокупного объема выбросов опасных загрязняющих веществ к концу 2026 г. составит 51,069 тыс. тонн — 59,50% от уровня 2017 г.

Кроме того, Росприроднадзором утвержден перечень котируемых объектов, которые вносят наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха и для которых установлены предельно допустимые выбросы, разработаны перспективные планы мероприятий по их достижению.

Наибольшая часть выбросов в атмосферный воздух промышленных центров Кузбасса приходилась на промышленные предприятия и коммунальные источники — 78–94%; на автономные источники теплоснабжения (частные дома) — 6–21%, доля вклада автотранспорта была ниже 0,5%. Низкие выбросы в частном секторе жилой застройки создают риски загрязнения приземного слоя атмосферы непосредственно в местах постоянного проживания населения. Положение усугубляется при неблагоприятных с точки зрения рассеивания примесей метеорологических условиях, особенно в холодный период года, когда создается эффект «черного неба» и проявляется отрицательное влияние на здоровье населения.

За период реализации федерального проекта «Чистый воздух» в г. Новокузнецке объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников снизился на 56,6 тыс. тонн (18,1%). Наблюдалось снижение выбросов твердых веществ — на 13,6 тыс. тонн (37,7%), жидких и газообразных веществ — на 43 тыс. тонн (15,5%), в том числе диоксида серы — на 21,7 тыс. тонн (38,7%), оксида углерода — на 31,7 тыс. тонн (11,0%), диоксида азота — на 3,3 тыс. тонн (18,8%) (табл. 1).

Для г. Кемерово за базовый год, относительно которого оценивали динамику выбросов, был принят 2020 г. Объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников в 2024 г. увеличился на 6,5 тыс. тонн (12,4%). Увеличение наблюдалось для твердых веществ — на 3,9 тыс. тонн (39,1%), жидких и газообразных веществ — на 2,6 тыс. тонн (6,2%), в том числе для оксида углерода — на 0,8 тыс. тонн (5,7%), диоксида азота — на 2,0 тыс. тонн, или 18,0%.

Для городов Новокузнецк и Кемерово выполнены сводные расчеты загрязнения атмосферного воздуха, определены приоритетные загрязняющие вещества, включенные в программу наблюдения.

Таблица 1. Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников в городах Кемерово и Новокузнецк, тыс. тонн в год

Территория	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
г. Новокузнецк	313,331	295,794	294,195	277,528	268,297	263,211	260,971	256,683
г. Кемерово	41,106	36,111	55,834	52,542	45,947	65,053	57,033	59,08

В 2024 г. на стационарных постах г. Новокузнецка проведено 1 106 386 измерений содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Из них 13 654 пробы превышали гигиенические нормативы, что составило 1,23%. Среди разовых концентраций превышение 5 и более ПДК_{мр} наблюдалось для сероводорода, оксида углерода, от 2 до 5 ПДК_{мр} — для диоксида азота, оксида азота, аммиака, взвешенных веществ, формальдегида, фтористых газообразных соединений.

На стационарных постах г. Кемерово снято 56 529 результатов измерений содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, из них 217 проб (0,38%) с превышением ПДК. Среди разовых концентраций превышение 5 и более ПДК_{мр} не зарегистрировано, превышение от 2 до 5 ПДК_{мр} установлено для диоксида азота, взвешенных веществ, формальдегида, фенола (табл. 2).

Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха населенных мест по среднегодовым концентрациям показала, что на стационарных постах в г. Кемерово атмосферный воздух более всего загрязнен бенз(а)пиреном и формальдегидом, среднегодовая концентрация которых превышала ПДК_{гр} в 2,6–3,1 и 2,0–2,6 раза соответственно. В 2024 г. относительно 2017 г. установлена положительная тенденция роста среднегодовой концентрации в атмосферном воздухе аммиака на 30%, оксида азота (II) — на 9,5%, оксида углерода — на 5,3%, формальдегида — на 28,3%. В указанный период отмечено значительное снижение содержания в атмосферном воздухе гидрохлорида — на 60,0%, углерода черного (сажи) — на 66,7%, фенола — на 30,0%, гидроцианида — на 20,0%, бенз(а)пирена — на 16,1% (табл. 3).

ИЗА в г. Кемерово рассчитывали с учетом концентраций пяти приоритетных загрязнителей: бенз(а)пирена, взвешенных веществ, формальдегида, диоксида азота, аммиака. Так, в 2017 г. ИЗА составлял 10,85, а в 2024 г. — 10,34 и оценивался как «высокий», при этом темп снижения составил 4,6%.

Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха по данным стационарных постов наблюдения в г. Новокузнецке показала, что по среднегодовым концентрациям приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха являлись бенз(а)пирен с превышением ПДК_{гр} в 6,0–6,3 раза, формальдегид — в 1,7–4,0 раза, взвешенные вещества — в 1,2–1,5 раза, озон — в 1,3 раза. В 2024 г. относительно 2017 г. наблюдался значительный рост содержания в атмосферном воздухе сероводорода — в 4,0 раза, оксида азота — в 3,0 раза, формальдегида — в 2,4 раза, гидроцианида — на 20%. В анализируемый период установлено снижение содержания в атмосферном воздухе аммиака на 78,5%, диоксида серы — на 73,0%, фенола — на 71,7%, оксида углерода — на 60,7%, фтористых газообразных соединений — на 43,3%, взвешенных веществ — на 15% (табл. 3).

ИЗА в г. Новокузнецке рассчитывали по пяти приоритетным загрязнителям: бенз(а)пирену, взвешенным веществам, формальдегиду, диоксиду азота, сероводороду. В исследуемый период ИЗА увеличился с 14,9 до 19,3, то есть в 1,3 раза, и был оценен как «чрезвычайно

высокий». Значительную тревогу вызвал выраженный прирост приземной концентрации сероводорода — вещества, не только формирующего неприятный запах, но и вызывающего нарушения здоровья в виде поражения органов дыхания, в ряде случаев средней тяжести и тяжелых.

В отношении промышленных объектов — источников загрязнения атмосферного воздуха была проведена идентификация опасности, получены суммарные нормированные коэффициенты опасности для каждого предприятия. Последующее ранжирование позволило установить для г. Новокузнецка четыре ведущих предприятия по степени влияния выбросов на здоровье населения — АО «ЕВРАЗ ЗСМК», АО «РУСАЛ Новокузнецкий алюминиевый завод», АО «Кузнецкие ферросплавы», АО «Кузнецкая ТЭЦ»; для г. Кемерово — шесть предприятий: ПАО «Кокс», КАО «Азот», «Кемеровская ГРЭС», ООО «Химпром», АО «Ново-Кемеровская ТЭЦ». Все эти объекты включены в Комплексный план мероприятий перспективного снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в рамках федерального проекта «Чистый воздух» для городов Кемерово и Новокузнецк до 2026 г. и 2036 г. соответственно.

В настоящее время сеть наблюдения за качеством атмосферного воздуха охватывает 90% территории жилых массивов изучаемых объектов. Учитывая, что в г. Новокузнецке реализация федерального проекта «Чистый воздух» осуществлялась в более ранние сроки по сравнению с г. Кемерово, на его примере проведена оценка взаимного расположения стационарных и маршрутных постов наблюдения качества атмосферного воздуха. На основании результатов пространственного распределения суммарного коэффициента опасности, формируемого выбросами промышленных предприятий, определены зоны их влияния (рис.). Установлено, что основная часть жилой территории, находящаяся в зоне влияния выбросов предприятий, охвачена контролем стационарных и маршрутных постов наблюдения. Однако есть жилые территории, на которых отсутствует мониторинг атмосферного воздуха с учетом направления господствующих ветров.

Оценка рациональности расположения стационарных и маршрутных постов наблюдения на основе пространственного анализа показала близость их взаимного расположения — менее 2 км. Обоснована необходимость изменения дислокации маршрутных постов в сторону увеличения расстояния между ними и организации дополнительных постов наблюдения в зоне влияния источников загрязнения.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Установлено, что в атмосферном воздухе промышленных центров Кузбасса содержатся вещества, обладающие односторонним действием, которые при определенных условиях способны отрицательно влиять на здоровье населения. Так, взвешенные вещества, оксид и диоксид азота, диоксид серы, сероводород, фенол, формальдегид, углерод вызывают болезни органов дыхания человека, фенол и формальдегид — нарушения зрения [18, 19].

Таблица 2. Некоторые показатели загрязнения атмосферного воздуха на стационарных постах городов Кемерово и Новокузнецк (2024 г.)

Загрязняющие вещества	г. Новокузнецк					
	Количество разовых проб, среднемесячных	% с превышением ПДК	Максимальная концентрация из разовых проб	Кратность превышения ПДК _{мр}	Средняя концентрация, среднесуточная	Кратность превышения ПДК _{сс}
Азота диоксид	104253	0,72	0,56	2,82	0,029	0,71
Аммиак	10423	0,0029	0,7	3,5	0,0086	0,22
Бенз(а)пирен	-/36	-/80,56	0,000039	-	0,0000063	6,31
Взвешенные вещества	9348	0,28	1,35	2,7	0,094	1,25
Взвешенные частицы PM10	28693	0,035	1,2	4	0,038	0,95
Взвешенные частицы PM2,5	28693	1	0,29	1,83	0,03	1,2
Озон	91338	1,19	0,29	1,84	0,04	1,33
Гидроцианид	2338	-	0,035	-	0,0012	0,012
Марганец и его соединения	-/24	-/0,00	0,00006	0,006	0,000025	0,025
Сероводород	198947	5,03	0,04	5	0,0022	1,1
Серы диоксид	205190	0	0,3	0,6	0,0027	0,05
Углерода оксид	206901	0,3	44,5	8,9	0,59	0,2
Фенол	7016	0,01	0,011	1,1	0,00085	0,28
Формальдегид	7016	2,27	0,16	3,14	0,012	3,88
Фтористые газообразные соединения	8185	0,78	0,041	2,05	0,0017	0,34
Азота оксид	104238	0,63	0,92	2,29	0,03	0,5
ИТОГО	1106386/60	1,23/48,3				
г. Кемерово						
Азота диоксид	6998	0,51	0,557	2,79	0,038	0,95
Азота оксид	4375	0,11	0,5	1,25	0,023	0,38
Аммиак	6994	0,41	0,33	1,65	0,039	0,98
Бенз(а)пирен	-/36	-/41,67	0,000012	-	0,0000026	2,6
Взвешенные вещества	5964	0,72	1,052	2,1	0,057	0,76
Гидрохлорид	2617	0,08	0,31	1,55	0,008	0,4
Гидроцианид	2623	-	0,04	-	0,0008	0,08
Свинец	-/36	-/0,0	0,00004	-	0,000001	0,003
Серы диоксид	3510	0	0,067	0,13	0,0026	0,05
Углерод	5088	0	0,15	1	0,003	0,12
Углерода оксид	6993	0,51	9,4	1,88	1	0,33
Фенол	6120	0,1	0,032	3,2	0,0007	0,23
Формальдегид	5247	1,14	0,176	3,52	0,0077	2,57
Хром (VI)	-/36	-/0,00	0,00001	-	0,000001	0,00067
ИТОГО	56529/108	0,38/14,8				

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости оптимизации системы размещения точек мониторинга качества атмосферного воздуха и оценки пространственного распределения формируемых уровней экспозиции и рисков здоровью населения. Значительное загрязнение воздуха на постах наблюдения является основанием для размещения в городе еще одного или нескольких постов наблюдений. Задачей постов наблюдения может являться оценка санитарно-гигиенической ситуации на территории, не обеспеченной адекватными натурными наблюдениями. Выбор места размещения поста наблюдения, корректировка сети существующих постов мониторинга, формирование

наиболее обоснованной программы наблюдений — задачи, которые должны быть решены безотлагательно [19, 20].

Учитывая значимость долевого вклада автономных источников теплоснабжения в формирование уровня загрязнения атмосферного воздуха и один из самых низких уровней газификации Кузбасса в Сибири, целесообразно рассмотреть возможность расширения перечня мероприятий комплексного плана по снижению выбросов, направленных на увеличение газификации частного сектора [21, 22].

Поскольку данные мониторинга являются информационной базой управленческих решений в области охраны окружающей среды и здоровья населения, высокий

Таблица 3. Динамика среднегодовых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на стационарных постах городов Кемерово и Новокузнецк

Загрязняющие вещества	Класс опасности	ПДК _{ср} мг/м ³	Среднегодовая концентрация, мг/м ³		Кратность превышения ПДК _{ср}		Темп прироста в 2024 г. к 2020 г., %
			2020 г.	2024 г.	2020 г.	2024 г.	
г. Кемерово							
Взвешенные вещества	3	0,075	0,06	0,057	0,8	0,76	-5,0
Гидрохлорид	2	0,02	0,02	0,008	1	0,4	-60,0
Аммиак	4	0,04	0,03	0,039	0,75	0,98	+30
Азота (II) оксид	3	0,06	0,021	0,023	0,35	0,38	+9,5
Сера диоксид	3	0,05	0,007	0,0026	0,1	0,05	-62,8
Углерод оксид	4	3	0,95	1	0,32	0,33	+5,3
Углерод черный (сажа)	3	0,025	0,009	0,003	0,13	0,12	-66,7
Азота (IV) оксид	3	0,04	0,04	0,038	0,75	0,95	-5,0
Фенол	2	0,003	0,001	0,0007	0,33	0,23	-30,0
Формальдегид	2	0,003	0,006	0,0077	1,67	2,57	28,3
Гидроцианид	2	0,01	0,001	0,0008	0,06	0,08	-20,0
Бенз/а/пирен	1	0,000001	0,0000031	0,0000027	3	2,7	-16,1
г. Новокузнецк							
Взвешенные вещества	3	0,075	0,11	0,09	1,5	1,2	-15
Гидроцианид	2	0,01	0,001	0,0012	0,1	0,12	+20
Аммиак	4	0,04	0,04	0,0086	1	0,22	-78,5
Азота (II) оксид	3	0,06	0,01	0,03	0,17	0,5	+200
Сера диоксид	3	0,05	0,01	0,0027	0,2	0,05	-73,0
Сероводород	2	0,002	0,0005	0,0022	0,25	1,1	+340
Углерод оксид	4	3	1,5	0,59	0,5	0,2	-60,7
Озон	1	0,03	-	0,04	-	1,33	-
Азота (IV) оксид	3	0,04	0,03	0,029	0,75	0,73	-3,3
Фенол	2	0,003	0,003	0,00085	1	0,28	-71,7
Формальдегид	2	0,003	0,005	0,012	1,7	4	+140
Фтористые газообразные соединения	2	0,005	0,003	0,0017	0,6	0,34	-43,3
Взвешенные частицы PM10		0,04	-	0,038	-	0,95	-
Взвешенные частицы PM2.5		0,025	-	0,03	-	1,2	-
Бенз(а)пирен	1	0,000001	0,000006	0,0000063	6	6,3	+5

уровень загрязнения актуализирует и задачу прогноза результативности и эффективности планируемых воздухоохраных мероприятий. При этом важнейшим аспектом такой оценки должен стать анализ достаточности программ и планов действий с позиций достижения желаемого улучшения состояния здоровья населения [23].

ВЫВОДЫ

Гигиеническая оценка загрязнения воздушной среды промышленных центров Кузбасса показала, что в исследуемый период в г. Новокузнецке объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников снизился на 18,1%, а в г. Кемерово увеличился на 12,4%. Индекс загрязнения атмосферы оценен как «чрезвычайно высокий» и «высокий» соответственно.

Обоснованы приоритетные загрязнители для целей мониторинга качества атмосферного воздуха. Проведена идентификация опасности, установлены ведущие по степени влияния выбросов на здоровье населения предприятия,

которые включены в Комплексный план мероприятий федерального проекта «Чистый воздух».

В г. Новокузнецке выполнена оценка взаимного расположения стационарных и маршрутных постов наблюдения за состоянием атмосферы, определены зоны влияния выбросов ведущих предприятий, дана оценка рациональности расположения точек наблюдения.

С учетом отрицательного влияния выбросов промышленных предприятий рекомендованы организация дополнительных постов наблюдения, изменение взаимного расположения стационарных и маршрутных постов в сторону увеличения расстояния между ними.

В рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух» проведена гигиеническая оценка, разработаны мероприятия, направленные на совершенствование контроля качества атмосферного воздуха в условиях изменяющейся санитарно-эпидемиологической обстановки и получение своевременной информации об уровнях загрязнения воздушной среды промышленных центров Кузбасса.

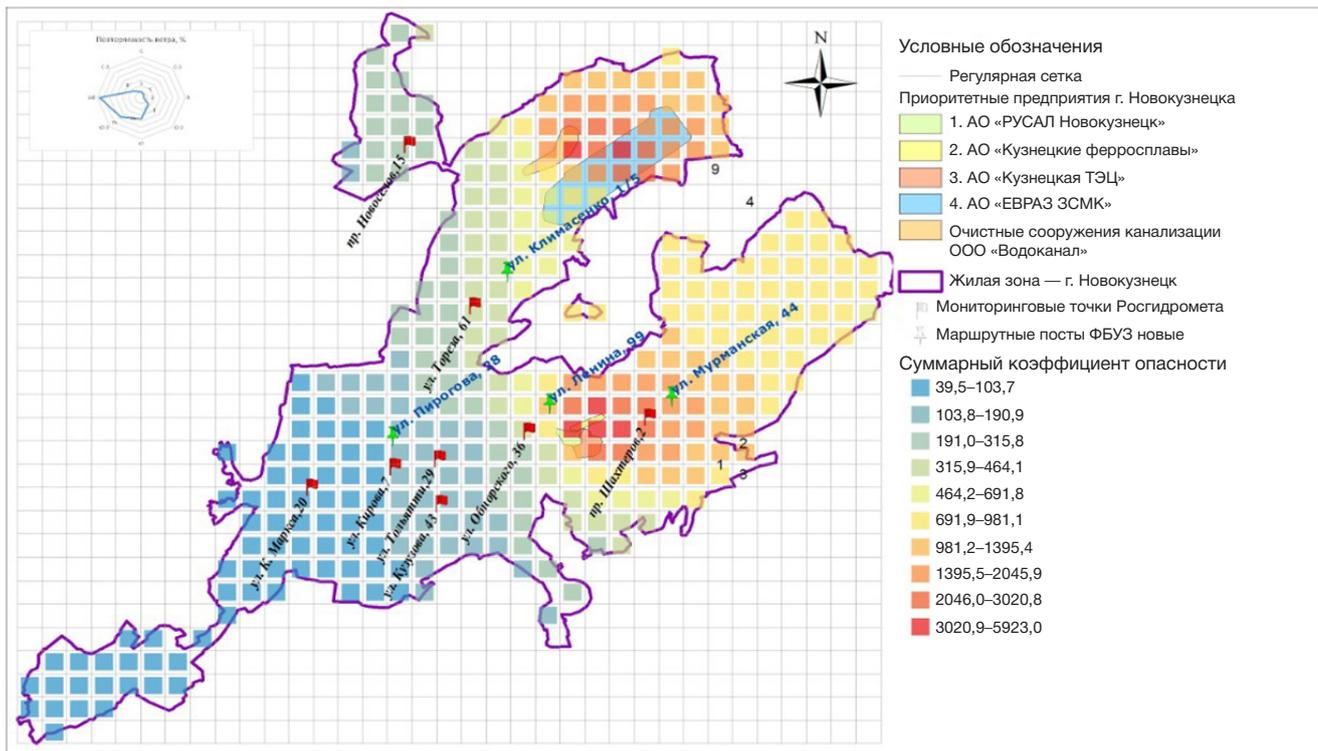


Рис. Пространственное распределение суммарного коэффициента опасности по предприятиям города и относительно маршрутных и стационарных постов

Литература

1. Зайцева Н. В., Май И. В. Качество атмосферного воздуха и показатели риска здоровью как объективные критерии результативности воздухоохранной деятельности на территориях городов — участников Федерального проекта «Чистый воздух». Анализ риска здоровью. 2023; (1): 4–12. DOI: 10.21668/health.risk/2023.1.01.
2. Кузьмин С. В., Авалиани С. Л., Додина Н. С., Шашина Т. А., Кислицин В. А., Сеницына О. О. Практика применения оценки риска здоровью в федеральном проекте «Чистый воздух» в городах-участниках (Череповец, Липецк, Омск, Новокузнецк): проблемы и перспективы. Гигиена и санитария. 2021; 100 (9): 890–6. DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-9-890-896.
3. Клейн С. В., Попова Е. В. Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха г. Читы — приоритетной территории федерального проекта «Чистый воздух». Здоровье населения и среда обитания — ЗНИСО. 2020; (12): 16–22. DOI: 10.35627/2219-5238/2020-333-12-16-22.
4. Бадалян Л. Х., Курдюков В. Н., Овчаренко А. М., Горшкова Ю. В. Анализ доминирующей в Российской Федерации методологии оценки влияния вредных выбросов на качество атмосферного воздуха. Устойчивое развитие горных территорий. 2018; 10 (2): 307–14. DOI: 10.21177/1998-4502-2018-10-2-307-314.
5. Попова А. Ю., Зайцева Н. В., Май И. В. Здоровье населения как целевая функция и критерий эффективности мероприятий федерального проекта «Чистый воздух». Анализ риска здоровью. 2019; (4): 4–13. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.01.
6. Голиков Р. А., Кислицина В. В., Суржиков В. В., Олещенко А. М., Мукашева М. А. Оценка влияния загрязнения атмосферного воздуха выбросами предприятия теплоэнергетики на здоровье населения Новокузнецка. Медицина труда и промышленная экология. 2019; 59 (6): 348–52. DOI: 10.31089/1026-9428-2019-59-6-348-352.
7. Кислицина В. В., Суржиков Д. В., Ликонцева Ю. С., Голиков Р. А., Пестерева Д. В. Оценка риска для здоровья населения при загрязнении воздуха в условиях проведения ликвидационно-рекультивационных работ на угольной шахте. Здоровье населения и среда обитания — ЗНИСО. 2023; 31 (6): 54–62. DOI: 10.35627/2219-5238/2023-31-6-54-62.
8. Рябов В. А., Мамасев П. С., Егорова Н. Т. Антропогенная нагрузка на природную среду как фактор, формирующий качество жизни населения индустриального Кузбасса. Экология урбанизированных территорий. 2018; (2): 84–90. DOI: 10.24411/1816-1863-2018-12084.
9. Путятин Д. П., Оводков М. В. Научно-методическое сопровождение федерального проекта «Чистый воздух» и эксперимента по квотированию выбросов. Охрана окружающей среды и заповедное дело. 2022; (3): 49–59.
10. Андришунас А. М., Клейн С. В., Горяев Д. В., Балашов С. Ю., Загороднов С. Ю. Гигиеническая оценка эффективности воздухоохранных мероприятий на объектах теплоэнергетики. Гигиена и санитария. 2022; 101 (11): 1290–8. DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-11-1290-1298.
11. Тихонова И. В., Землянова М. А., Кольдибекова Ю. В., Пескова Е. В., Игнатова А. М. Гигиеническая оценка аэрогенного воздействия взвешенных веществ на заболеваемость детей болезнями органов дыхания в зоне влияния источников выбросов металлургического производства. Анализ риска здоровью. 2020; (3): 61–9. DOI: 10.21668/health.risk/2020.3.07.
12. Ракицкий В. Н., Авалиани С. Л., Новиков С. М., Шашина Т. А., Додина Н. С., Кислицин В. А. Анализ риска здоровью при воздействии атмосферных загрязнений как составная часть стратегии уменьшения глобальной эпидемии неинфекционных заболеваний. Анализ риска здоровью. 2019; (4): 30–6. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.0.
13. Ревич Б. А. Национальный проект «Чистый воздух» в контексте охраны здоровья населения. Экологический вестник России [Интернет]. Июль 2019 г. URL: <http://ecovestnik.ru/index.php/2013-07-07-02-13-50/nashi-publikacii/3132>.

14. Данилкина В. Г., Прусаков В. М., Филиппова Т. М., Селиванова Н. В. Определение приоритетных вредных веществ промышленных выбросов по критериям анализа риска здоровью населения. Современные тенденции развития науки и технологий. 2016; (3–2): 21–4.
15. Овчинникова Е. Л., Никитин С. В., Колчин А. С., Новикова Ю. А., Федоров В. Н., Крига А. С. и др. Методические подходы к обработке результатов лабораторного мониторинга качества атмосферного воздуха для целей проведения оценки риска здоровью. Здоровье населения и среда обитания — ЗНиСО. 2022; (3): 36–43. DOI: 10.35627/2219-5238/2022-30-3-36-43.
16. Гурвич В. Б., Козловских Д. Н., Власов И. А., Чистякова И. В., Ярушин С. В., Корнилов А. С. и др. Методические подходы к оптимизации программ мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух» (на примере города Нижнего Тагила). Здоровье населения и среда обитания — ЗНиСО. 2020; (9): 38–47. DOI: 10.35627/2219-5238/2020-330-9-38-4.
17. Доклад «О состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области — Кузбасса в 2024 году» Министерства природных ресурсов и экологии Кузбасса. URL: https://kuzbasseco.ru/wp-content/uploads/2025/07/doklad_v2_.pdf.
18. Федоров В. Н., Ковшов А. А., Тихонова Н. А., Новикова Ю. А., Копытенкова О. И., Мясников И. О. Мониторинг качества атмосферного воздуха в городах — участниках федерального проекта «Чистый воздух» Дальневосточного экономического района. Гигиена и санитария. 2024; 103 (6): 510–18. DOI: 10.47470/0016-9900-2024-103-6-510-518.
19. Ефимова Н. В., Рукавишников В. С. Оценка загрязнения атмосферного воздуха г. Братска на основе анализа многолетних наблюдений. Гигиена и санитария. 2022; 101 (9): 998–1003. DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-9-998-1003.
20. Карелин А. О., Ломтев А. Ю., Фридман К. Б., Еремин Г. Б., Панькин А. В. Выявление источников выбросов загрязняющих веществ, вызывающих жалобы населения на неприятные запахи. Гигиена и санитария. 2019; 98 (6): 601–7. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-6-601-607.
21. Суржиков Д. В., Кислицына В. В., Штайгер В. А., Голиков Р. А. Опыт применения статистико-математических технологий для оценки влияния атмосферных загрязнений на здоровье населения в крупном промышленном центре. Гигиена и санитария. 2021; 100 (7): 663–7. DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-7-663-667.
22. Май И. В., Клейн С. В., Максимова Е. В., Балашов С. Ю., Цинкер М. Ю. Гигиеническая оценка ситуации и анализ риска для здоровья населения как информационная основа организации мониторинга и формирования комплексных планов воздухоохраных мероприятий федерального проекта «Чистый воздух». Гигиена и санитария. 2021; 100 (10): 1043–51. DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-10-1043-1051.
23. Ключев Н. Н., Яковенко Л. М. «Грязные» города России: факторы, определяющие загрязнение атмосферного воздуха. Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2018; 26 (2): 237–50. DOI: 10.22363/2313-2310-2018-26-2-237-250.

References

1. Zajceva NV, Maj IV. Kachestvo atmosfornogo vozduha i pokazateli riska zdorov'ju kak objektivnye kriterii rezul'tativnosti vozduhoohrannoj dejatel'nosti na territorijah gorodov —uchastnikov Federal'nogo proekta "Chistij vozduh". Analiz riska zdorov'ju. 2023; (1): 4–12 (in Rus.). DOI: 10.21668/health.risk/2023.1.01.
2. Kuzmin SV, Avaliani SL, Dodina NS, Shashina TA, Kislicin VA, Sinicyna OO. Praktika primeneniya ocenki riska zdorov'ju v federal'nom proekte "Chistij vozduh" v gorodah-uchastnikah (Cherepovec, Lipeck, Omsk, Novokuzneck): problemy i perspektivy. Gigena i sanitarija. 2021; 100 (9): 890–6 (in Rus.). DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-9-890-896.
3. Klejn SV, Popova EV. Gigenicheseskaja ocenka kachestva atmosfornogo vozduha g. Chity — prioritetnoj territorii federal'nogo proekta "Chistij vozduh". Zdorov'e naselenija i sreda obitanija — ZNISO. 2020; (12): 16–22 (in Rus.). DOI: 10.35627/2219-5238/2020-333-12-16-22.
4. Badaljan LH, Kurdjukov VN, Ovcharenko AM, Gorshkova JuV. Analiz dominirujushhej v Rossijskoj Federacii metodologii ocenki vlijanija vrednyh vybrosov na kachestvo atmosfornogo vozduha. Ustojchivoe razvitie gornyh territorij. 2018; 10 (2): 307–14 (in Rus.). DOI: 10.21177/1998-4502-2018-10-2-307-314.
5. Popova AJu, Zajceva NV, Maj IV. Zdorov'e naselenija kak celevajaja funkcija i kriterij jeffektivnosti meroprijatij federal'nogo proekta "Chistij vozduh". Analiz riska zdorov'ju. 2019; (4): 4–13 (in Rus.). DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.01.
6. Golikov RA, Kislicina VV, Surzhikov VV, Oleshchenko AM, Mukasheva MA. Ocenka vlijanija zagraznenija atmosfornogo vozduha vybrosami predpriyatija teploenergetiki na zdorov'e naselenija Novokuznecka. Medicina truda i promyshlennaja jekologija. 2019; 59 (6): 348–52 (in Rus.). DOI: 10.31089/1026-9428-2019-59-6-348-352.
7. Kislicyna VV, Surzhikov DV, Likonceva JuS, Golikov RA, Pestereva DV. Ocenka riska dlja zdorov'ja naselenija pri zagraznenii vozduha v uslovijah provedenija likvidacionno-rekul'tivacionnyh rabot na ugol'noj shahte. Zdorov'e naselenija i sreda obitanija — ZniSO. 2023; 31 (6): 54–62 (in Rus.). DOI: 10.35627/2219-5238/2023-31-6-54-62.
8. Rjabov VA, Mamasev PS, Egorova NT. Antropogennaja nagruzka na prirodnuju sredu kak faktor, formirujushhij kachestvo zhizni naselenija industrial'nogo Kuzbassa. Jekologija urbanizirovannyh territorij. 2018; (2): 84–90 (in Rus.). DOI: 10.24411/1816-1863-2018-12084.
9. Putjatin DP, Ovodkov MV. Nauchno-metodicheskoe soprovozhdenie federal'nogo proekta "Chistij vozduh" i jeksperimenta po kvotirovaniju vybrosov. Ohrana okruzhajushhej sredy i zapovednoe delo. 2022; (3): 49–59 (in Rus.).
10. Andrišunas AM, Klejn SV, Gorjaev DV, Balashov SJu, Zagorodnov SJu. Gigenicheseskaja ocenka jeffektivnosti vozduhoohrannyh meroprijatij na objektah teploenergetiki. Gigena i sanitarija. 2022; 101 (11): 1290–8 (in Rus.). DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-11-1290-1298.
11. Tihonova IV, Zemljanova MA, Koldibekova JuV, Peskova EV, Ignatova AM. Gigenicheseskaja ocenka ajerogenogo vozdejtviya vzvshennyh veshhestv na zaboлеваemost' detej boleznyami organov dyhanija v zone vlijanija istochnikov vybrosov metallurgicheskogo proizvodstva. Analiz riska zdorov'ju. 2020; (3): 61–9 (in Rus.). DOI: 10.21668/health.risk/2020.3.07.
12. Rakitskij VN, Avaliani SL, Novikov SM, Shashina TA, Dodina NS, Kislicin VA. Analiz riska zdorov'ju pri vozdejtviu atmosferyh zagraznenij kak sostavnaja chast' strategii umen'shenija global'noj jepidemii neinfekcionnyh zabolevanij. Analiz riska zdorov'ju. 2019; (4): 30–6 (in Rus.). DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.0.
13. Revich BA. Nacional'nyj projekt "Chistij vozduh" v kontekste ohrany zdorov'ja naselenija. Jekologicheskij vestnik Rossii [Internet]. Jul 2019 (in Rus.). Available from: <http://ecovestnik.ru/index.php/2013-07-07-02-13-50/nashi-publikacii/3132>.
14. Danilina VG, Prusakov VM, Filippova TM, Selivanova NV. Opredelenie prioritetnyh vrednyh veshhestv promyshlennyh vybrosov po kriterijam analiza riska zdorov'ju naselenija. Sovremennye tendencii razvitiija nauki i tehnologii. 2016; (3–2): 21–4 (in Rus.).
15. Ovchinnikova EL, Nikitin SV, Kolchin AS, Novikova JuA, Fedorov VN, Kriga AS, et al. Metodicheskie podhody k obrabotke rezul'tatov laboratornogo monitoringa kachestva atmosfornogo vozduha dlja celej provedenija ocenki riska zdorov'ju. Zdorov'e naselenija i sreda obitanija — ZniSO. 2022; (3): 36–43 (in Rus.). DOI: 10.35627/2219-5238/2022-30-3-36-43.
16. Gurvich VB, Kozlovskih DN, Vlasov IA, Chistjakova IV, Jarushin SV, Kornilov AS, et al. Metodicheskie podhody k optimizacii programm monitoringa zagraznenija atmosfornogo vozduha v ramkah realizacii federal'nogo proekta "Chistij vozduh"

- (na primere goroda Nizhnego Tagila). Zdorov'e naselenija i sreda obitanija — ZNiSO. 2020; (9): 38–47 (in Rus.). DOI: 10.35627/2219-5238/2020-330-9-38-4.
17. Doklad "O sostojanii i ohrane okruzhajushhej sredy Kemerovskoj oblasti — Kuzbassa v 2024 godu" Ministerstva prirodnyh resursov i jekologii Kuzbassa. Available from: https://kuzbasseco.ru/wp-content/uploads/2025/07/doklad_v2_.pdf.
 18. Fedorov VN, Kovshov AA, Tihonova NA, Novikova JuA, Kopytenkova OI, Mjasnikov IO. Monitoring kachestva atmosfernogo vozduha v gorodah — uchastnikah federal'nogo proekta «Chistyj vozduh» Dal'nevostochnogo jekonomicheskogo rajona. Gigiena i sanitarija. 2024; 103 (6): 510–18 (in Rus.). DOI: 10.47470/0016-9900-2024-103-6-510-518.
 19. Efimova NV, Rukavishnikov VS. Ocenka zagriznenija atmosfernogo vozduha g. Bratska na osnove analiza mnogoletnih nabljudenij. Gigiena i sanitarija. 2022; 101 (9): 998–1003 (in Rus.). DOI: 10.47470/0016-9900-2022-101-9-998-1003.
 20. Karelin AO, Lomtev AJu, Fridman KB, Eremin GB, Pankin AV. Vyjavlenie istochnikov vybrosov zagriznjajushhih veshhestv, vyzyvajushhih zhaloby naselenija na neprijatnye zapahi. Gigiena i sanitarija. 2019; 98 (6): 601–7 (in Rus.). DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-6-601-607.
 21. Surzhikov DV, Kislicyna VV, Shtajger VA, Golikov RA. Opyt primeneniya statistiko-matematicheskikh tehnologij dlja ocenki vlijanija atmosferyh zagriznenij na zdorov'e naselenija v krupnom promyshlennom centre. Gigiena i sanitarija. 2021; 100 (7): 663–7 (in Rus.). DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-7-663-667.
 22. Maj IV, Klejn SV, Maksimova EV, Balashov SJu, Cinker MJu. Gigienicheskaja ocenka situacii i analiz riska dlja zdorov'ja naselenija kak informacionnaja osnova organizacii monitoringa i formirovanija kompleksnyh planov vozduhoohrannyh meroprijatij federal'nogo proekta "Chistyj vozduh". Gigiena i sanitarija. 2021; 100 (10): 1043–51 (in Rus.). DOI: 10.47470/0016-9900-2021-100-10-1043-1051.
 23. Kljuev NN, Jakovenko LM. "Grjaznye" goroda Rossii: faktory, opredelajushhie zagriznenie atmosfernogo vozduha. Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Serija: Jekologija i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti. 2018; 26 (2): 237–50 (in Rus.). DOI: 10.22363/2313-2310-2018-26-2-237-250.