

Читать
онлайн
Read
online

Федоров В.Н.¹, Ковшов А.А.^{1,2}, Тихонова Н.А.¹, Новикова Ю.А.¹,
Копытенкова О.И.^{1,3}, Мясников И.О.¹

Мониторинг качества атмосферного воздуха в городах – участниках федерального проекта «Чистый воздух» Дальневосточного экономического района

¹ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья», 191036, Санкт-Петербург, Россия;

²ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 191015, Санкт-Петербург, Россия;

³ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», 190031, Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. С загрязнением атмосферного воздуха в 2021 г. ассоциировано приблизительно 6,7 тыс. дополнительных случаев смерти и почти 1,1 млн дополнительных случаев заболеваний населения России. Оценка качества атмосферного воздуха для последующего выбора приоритетных мер, направленных на снижение его негативного влияния на здоровье населения, является основной задачей федерального проекта «Чистый воздух».

Цель исследования – оценить организацию мониторинга и качество атмосферного воздуха в городах Комсомольск-на-Амуре, Петровск-Забайкальский и Усурийск до начала реализации федерального проекта «Чистый воздух».

Материалы и методы. Использованы программы наблюдений за качеством атмосферного воздуха, результаты лабораторных исследований за 2021 г. Проанализированы количество, расположение постов наблюдения, объёмы, кратность отбора проб, перечень показателей, общее количество проб, количество проб с превышением ПДК, среднегодовые, максимальные разовые концентрации загрязняющих веществ.

Результаты. В Комсомольске-на-Амуре мониторинг качества атмосферного воздуха проводили на четырёх стационарных и трёх маршрутных постах, в Усурийске – на одном маршрутном и одном стационарном, в Петровске-Забайкальском – на одном стационарном посту. Для всех изученных городов характерны систематические превышения гигиенических нормативов по отдельным показателям. Уровень загрязнения атмосферного воздуха Комсомольска-на-Амуре оценивается как очень высокий. В Усурийске и Петровске-Забайкальском уровень загрязнения низкий, однако наблюдаются систематические превышения гигиенических нормативов некоторых показателей.

Ограничения исследования. В исследовании проведён анализ организации мониторинга и результатов лабораторных исследований атмосферного воздуха только в городах Комсомольск-на-Амуре, Усурийск, Петровск-Забайкальский.

Заключение. Существующая система мониторинга в городах Усурийск, Комсомольск-на-Амуре и Петровск-Забайкальский не позволяет объективно оценить качество атмосферного воздуха и его влияние на здоровье населения. Для объективной оценки влияния качества атмосферного воздуха на здоровье населения исследованных городов предложены мероприятия по оптимизации системы мониторинга.

Ключевые слова: качество атмосферного воздуха; Комсомольск-на-Амуре; Усурийск; Петровск-Забайкальский; федеральный проект «Чистый воздух»

Соблюдение этических стандартов. Исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов.

Для цитирования: 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): 510–518. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-6-510-518> <https://elibrary.ru/bhzbkh>

Для корреспонденции: Федоров Владимир Николаевич, зав. отд. анализа рисков здоровью населения, ст. науч. сотр. ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург. E-mail: vf1986@mail.ru

Участие авторов. Федоров В.Н. – концепция и дизайн исследования, статистическая обработка данных, визуализация данных; Ковшов А.А. – концепция исследования, сбор данных литературы, написание текста; Тихонова Н.А. – сбор данных литературы, формирование базы данных; Новикова Ю.А. – формирование базы данных, статистическая обработка данных, редактирование текста; Копытенкова О.И. – редактирование текста; Мясников И.О. – написание текста. Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 30.06.2023 / Поступила после доработки: 11.04.2024 / Принята к печати: 19.06.2024 / Опубликована: 17.07.2024

Fedorov V.N.¹, Kovshov A.A.^{1,2}, Tikhonova N.A.¹, Novikova Yu.A.¹, Kopytenkova O.I.^{1,3}, Myasnikov I.O.¹

Monitoring of atmospheric air quality in cities participating in the federal project “Clean Air” of the Far Eastern Economic Region

¹North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation;

²North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, 191015, Russian Federation;

³Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, St.-Petersburg, 190031, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. Air pollution over 2021 was associated with about 6.7 thousand additional deaths and almost 1.1 million additional cases of illness among the Russian population. Conducting an atmospheric air quality assessment for the subsequent selection of priority measures aimed at reducing its negative impact on public health is the main task of the Clean Air federal project.

The aim of the study is to assess the management of monitoring and air quality in the cities of Komsomolsk-on-Amur, Petrovsk-Zabaykalsky, and Ussuriysk before the implementation of the federal project “Clean Air”.

Materials and methods. The monitoring programs for atmospheric air quality, the results of laboratory studies for 2021 were used. The number, location of observation posts, volumes, frequency of sampling, a list of indicators, the total number of samples, the number of samples exceeding the MPC, average annual, maximum one-time concentrations of pollutants were analyzed.

Results. In Komsomolsk-on-Amur, atmospheric air quality monitoring was carried out at 4 stationary and 3 route posts, Ussuriysk – 1 mobile and 1 stationary post, Petrovsk-Zabaykalsky – 1 stationary post. All studied cities are characterized by systematic excesses of hygienic standards for specific indicators. The level of air pollution in the city of Komsomolsk-on-Amur is assessed as very high, in the cities of Ussuriysk and Petrovsk-Zabaykalsky – low. Despite the low level of air pollution, these towns are characterized by systematic excesses of hygienic standards of some indicators.

Limitations. The study analyzed the management of monitoring and the results of laboratory studies of atmospheric air only in the cities of Komsomolsk-on-Amur, Ussuriysk, Petrovsk-Zabaykalsky.

Conclusion. The existing monitoring system in the Ussuriysk, Komsomolsk-on-Amur and Petrovsk-Zabaykalsky cities fails to allow an objective assessing of the quality of atmospheric air and its impact on public health. To objective evaluation of the impact of atmospheric air quality on the health of the population of the studied cities, measures to optimize the monitoring system were proposed.

Keywords: atmospheric air quality; Komsomolsk-on-Amur; Ussuriysk; Petrovsk-Zabaykalsky; federal project “Clean air”

Compliance with ethical standards. The study does not require the submission of a biomedical ethics committee opinion or other documents.

For citation: Fedorov V.N., Kovshov A.A., Tikhonova N.A., Novikova Yu.A., Kopytenkova O.I., Myasnikov I.O. Monitoring of atmospheric air quality in cities participating in the federal project “Clean Air” of the Far Eastern Economic Region. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal.* 2024; 103(6): 510–518. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-6-510-518> <https://elibrary.ru/bhzbkh> (In Russ.)

For correspondence: Vladimir N. Fedorov, Head of the Department of Population Health Risk Analysis, Senior Researcher, North-West Public Health Research Center, St. Petersburg, 191036, Russian Federation. E-mail: vf1986@mail.ru

Contribution: Fedorov V.N. – concept and design of the study, statistical data processing, data visualization; Kovshov A.A. – the concept of the study, collection of literature data, writing the text; Tikhonova N.A. – collection of literature data, formation of a database; Novikova Yu.A. – database formation, statistical data processing, text editing; Kopytenkova O.I. – text editing, Myasnikov I.O. – writing the text. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Received: June 30, 2023 / Revised: April 11, 2024 / Accepted: June 19, 2024 / Published: July 17, 2024

Введение

Болезни органов дыхания, иммунной и эндокринной систем, злокачественные новообразования и ряд других патологических состояний могут быть следствием загрязнения атмосферного воздуха под влиянием природных факторов, а также в результате деятельности промышленных предприятий, транспорта, объектов коммунальной сферы [1–6]. В 2021 г. с загрязнением атмосферного воздуха ассоциировано приблизительно 6,7 тыс. дополнительных случаев смерти и почти 1,1 млн дополнительных случаев заболеваний населения России [1, 7].

По результатам мониторинга в 2019 г. максимальные концентрации загрязняющих атмосферный воздух веществ в 35 городах России с общим населением 10,7 млн человек превышали 10 ПДК, в том числе в городах Дальневосточного экономического района Комсомольске-на-Амуре, Петровске-Забайкальском и Уссурийске. В этих городах в течение трёх из пяти последних лет наблюдения уровень загрязнения воздуха был высоким [8].

В рамках федерального проекта «Чистый воздух» планируется снизить на 20% валовый выброс загрязняющих веществ в населённых пунктах, имеющих наиболее высокий уровень загрязнения атмосферы и повышенные риски для здоровья населения. Реальное улучшение качества атмосферного воздуха зависит и от компонентного состава выбросов, расположения источников выбросов, селитебных, рекреационных и иных нормируемых зон [9].

Необходимо отметить, что в задачи федерального проекта не входит снижение в атмосферном воздухе содержания загрязняющих веществ до уровня предельно допустимых концентраций (ПДК), однако без достижения этой цели улучшение ассоциированного с качеством атмосферного воздуха популяционного здоровья населения будет затруднено [10, 11]. Сокращение суммарного объёма валовых выбросов не всегда может привести к улучшению качества атмосферного воздуха и улучшить условия жизни населения [12–14]. При реализации федерального проекта используются алгоритмы определения перечней приоритетных загрязняющих веществ и котируемых объектов, обоснования мер по улуч-

Таблица 1 / Table 1

Качество атмосферного воздуха Комсомольска-на-Амуре в 2021 г.
Atmospheric air quality in Komsomolsk-on-Amur data in 2021

Вещество Substance	Проб всего Total samples	Процент проб с превышением ПДК Percentage of samples exceeding MAC		Среднегодовая концентрация, мг/м ³ Average annual concentration, mg/m ³	Максимальная из максимальных разовых концентраций, мг/м ³ Maximum out of the maximum single concentrations, mg/m ³
		до 5 раз up to 5 times	более 5 раз more than 5 times		
Азота (II) оксид / Nitrogen (II) oxide	975	100	0	0.0102	0.034
Азота диоксид / Nitrogen dioxide	4146	100	0	0.0273	0.103
Алканы C ₁₂ –C ₁₉ (в пересчёте на углерод) Alkanes C ₁₂ –C ₁₉ (in terms of carbon)	19	100	0	–	–
Аммиак / Ammonia	1121	100	0	0.0121	0.04
Бензин (нефтяной, малосернистый) (в пересчёте на углерод) Gasoline (petroleum, low sulfur) (in terms of carbon)	19	100	0	–	–
Бензол / Benzene	554	100	0	0.0045	0.041
Взвешенные вещества / Suspended solids	3715	92.5	7.5	0.2491	1.928
Гидроксibenзол (фенол) / Hydroxybenzene (phenol)	2068	100	0	0.0029	0.008
Гидрохлорид (по молекуле HCl) Hydrochloride (per HCl molecule)	1121	100	0	0.0261	0.06
Дигидросульфид / Dihydrosulfide	3048	100	0	0.0068	0.04
Диметилбензол (смесь о-, м-, п-изомеров) Dimethylbenzene (mixture of o-, m-, p-isomers)	554	100	0	0.0013	0.2
Метантиол / Methanthiol	19	94.7	0	–	–
Метилбензол / Methylbenzene	554	100	0	0.0023	0.2
Серы диоксид / Sulfur dioxide	3036	100	0	0.0288	0.021
Смесь предельных углеводородов C ₁ H ₄ –C ₅ H ₁₂ Mixture of saturated hydrocarbons C ₁ H ₄ –C ₅ H ₁₂	19	100	0	–	–
Смесь предельных углеводородов C ₆ H ₁₄ –C ₁₀ H ₂₂ Mixture of saturated hydrocarbons C ₆ H ₁₄ –C ₁₀ H ₂₂	19	100	0	–	–
Углерод / Carbon	2231	100	0	0.0372	0.043
Углерода оксид / Carbon oxide	4146	100	0	1.4	3
Формальдегид / Formaldehyde	3036	100	0	0.0093	0.035
Хлорбензол / Chlorobenzene	526	100	0	0.0	0.01
Хром (в пересчёте на хрома (VI) оксид) Chromium (in terms of chromium (VI) oxide)	1121	100	0	0.0292	0.0222
Этилбензол / Ethylbenzene	543	100	0	0.0005	0.01

Примечание. Здесь и далее: расчёт концентраций за год может не проводиться, если число проб в течение календарного года менее 200 (Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186–89).

Note: Hereinafter: according to the “Guidelines for the control of air pollution. RD 52.04.186–89”, annual concentrations may not be calculated if the number of samples during a calendar year is less than 200.

шению состояния санитарно-эпидемиологического благополучия населения [6] и оптимальных направлений регулирующих действий для снижения аэрогенных рисков [15].

В городах – участниках федерального проекта предусмотрены оптимизация программы наблюдений, обоснование размещения постов наблюдения и перечня контролируемых загрязняющих веществ [16]. Для этого следует оценить соответствие программы наблюдения существующему загрязнению атмосферы и необходимость оптимизации системы мониторинга [17, 18]. Оптимизация программ мониторинга будет способствовать решению ключевых задач федерального проекта [19], поэтому изменение программ натуральных исследований, организация и (или) перенос постов мониторинга позволят оценить не только наличие или отсутствие реального улучшения качества атмосферного воздуха, но и эффективность предусмотренных федеральным проектом мероприятий [20–22].

Цель исследования – оценить организацию мониторинга и качество атмосферного воздуха в Комсомольске-на-Амуре, Петровске-Забайкальском и Уссурийске до начала реализации федерального проекта «Чистый воздух».

Материалы и методы

В качестве исходных данных использованы программы наблюдений за качеством атмосферного воздуха в Комсомольске-на-Амуре, Уссурийске и Петровске-Забайкальском, результаты лабораторных исследований за 2021 г. Оценивали количество и территориальное расположение постов наблюдения, объёмы и кратность отбора проб, перечень контролируемых показателей. Для оценки результатов лабораторных исследований применяли гигиенические методы. Анализировали общее количество проб, количество проб с превышением гигиенических нормативов, среднего-

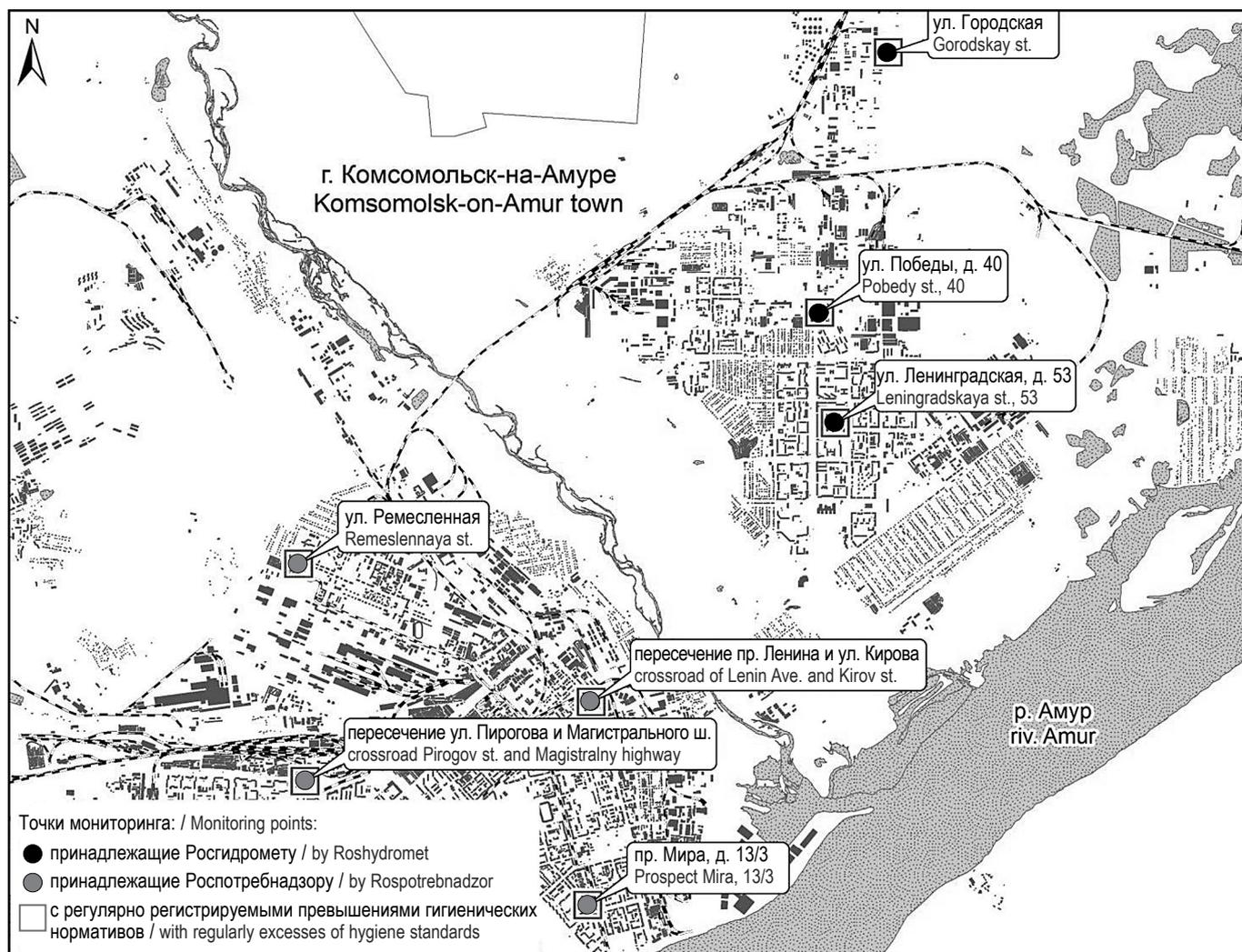


Рис. 1. Расположение постов наблюдения в Комсомольске-на-Амуре.

Fig. 1. Location of observation posts in Komsomolsk-on-Amur.

довые и максимальные разовые концентрации загрязняющих веществ.

Визуализацию пространственного расположения постов контроля качества атмосферного воздуха в изучаемых городах выполняли с применением геоинформационной системы ESRI ArcGIS 9.3.

Результаты

Исследования качества атмосферного воздуха Комсомольска-на-Амуре проводятся на четырёх стационарных постах Росгидромета. Два расположены рядом с промышленными предприятиями, один – вблизи автомагистрали и один – на территории жилой застройки [23]. ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Хабаровском крае» контролирует качество атмосферного воздуха на трёх маршрутных постах. Общее количество объектов, оказывающих негативное влияние на окружающую среду города, – 155.

На всех постах мониторинга в Комсомольске-на-Амуре определяются максимальные разовые концентрации загрязняющих веществ, программа отбора проб воздуха на стационарных постах – полная, на маршрутных – сокращённая. В 2021 г. качество атмосферного воздуха контролировалось по 22 показателям (табл. 1).

В 99,14% проб превышение ПДК составило не более 5 раз, в 0,86% проб – более 5 раз, лишь в одной пробе воздуха (0,003%) не выявлено превышений ПДК.

Расположение постов наблюдения в Комсомольске-на-Амуре представлено на рис. 1.

В Уссурийске в 2021 г. мониторинг качества атмосферного воздуха осуществлялся на одном стационарном посту Росгидромета и одном маршрутном посту ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Приморском крае». На стационарном посту контролировалось содержание 13 веществ [24], на маршрутном посту – 5 веществ (табл. 2).

На маршрутном посту определяются максимальные разовые и среднесуточные концентрации загрязняющих веществ, на стационарном посту – только среднесуточные. Программа отбора проб воздуха на стационарном посту – полная, на маршрутном посту – сокращённая. В 2021 г. 0,13% проб атмосферного воздуха не соответствовали гигиеническим нормативам. Расположение постов мониторинга в Уссурийске представлено на рис. 2.

Мониторинг качества атмосферного воздуха Петровска-Забайкальского проводится на одном стационарном посту Росгидромета, определяются максимальные разовые концентрации загрязняющих веществ, программа отбора проб воздуха – полная. Контролируются концентрации шести показателей (табл. 3).

В 2021 г. зарегистрированы превышения гигиенических нормативов содержания в атмосферном воздухе диоксида серы (0,35% от общего числа проб). Расположение постов мониторинга в Петровске-Забайкальском представлено на рис. 3.

Таблица 2 / Table 2

Качество атмосферного воздуха Уссурийска в 2021 г.
Atmospheric air quality in Ussuriysk data over 2021

Вещество Substance	Проб всего Total of samples	Процент проб с превышением ПДК Percentage of samples exceeding MAC		Среднегодовая концентрация, мг/м ³ Average annual concentration, mg/m ³	Средняя из среднесуточных концентраций, мг/м ³ Average of mean daily concentrations, mg/m ³
		до 5 раз up to 5 times	более 5 раз more than 5 times		
Азота (II) оксид / Nitrogen (II) oxide	880	0	0	0.031	—
Азота диоксид / Nitrogen dioxide	1072	0	0	0.049	—
Бенз(а)пирен / Benz(a)pyrene	12	58.3	0	—	0.0000014
Взвешенные вещества / Suspended solids	1072	0	0	0.068	—
Железа сульфат (в пересчёте на железо) Ferrous sulfate (in terms of ferrum)	12	0	0	—	0.16
Марганец и его соединения (в пересчёте на марганец (IV) оксид) Manganese and its compounds (in terms of manganese (IV) oxide)	12	0	0	—	0
Меди оксид (в пересчёте на медь) / Copper oxide (in terms of copper)	12	0	0	—	0.02
Никеля оксид (в пересчёте на никель) / Nickel oxide (in terms of nickel)	12	0	0	—	0.01
Свинец и его неорганические соединения (в пересчёте на свинец) Lead and its inorganic compounds (in terms of lead)	12	0	0	—	0.01
Серы диоксид / Sulfur dioxide	1072	0	0	0	—
Углерод / Carbon	192	0	0	—	—
Углерода оксид / Carbon oxide	1072	0	0	0.5	—
Хром (в пересчёте на хрома (VI) оксид) / Chromium (in terms of chromium (VI) oxide)	12	0	0	—	0.01
Цинка оксид (в пересчёте на цинк) / Zinc oxide (in terms of zinc)	12	0	0	—	—

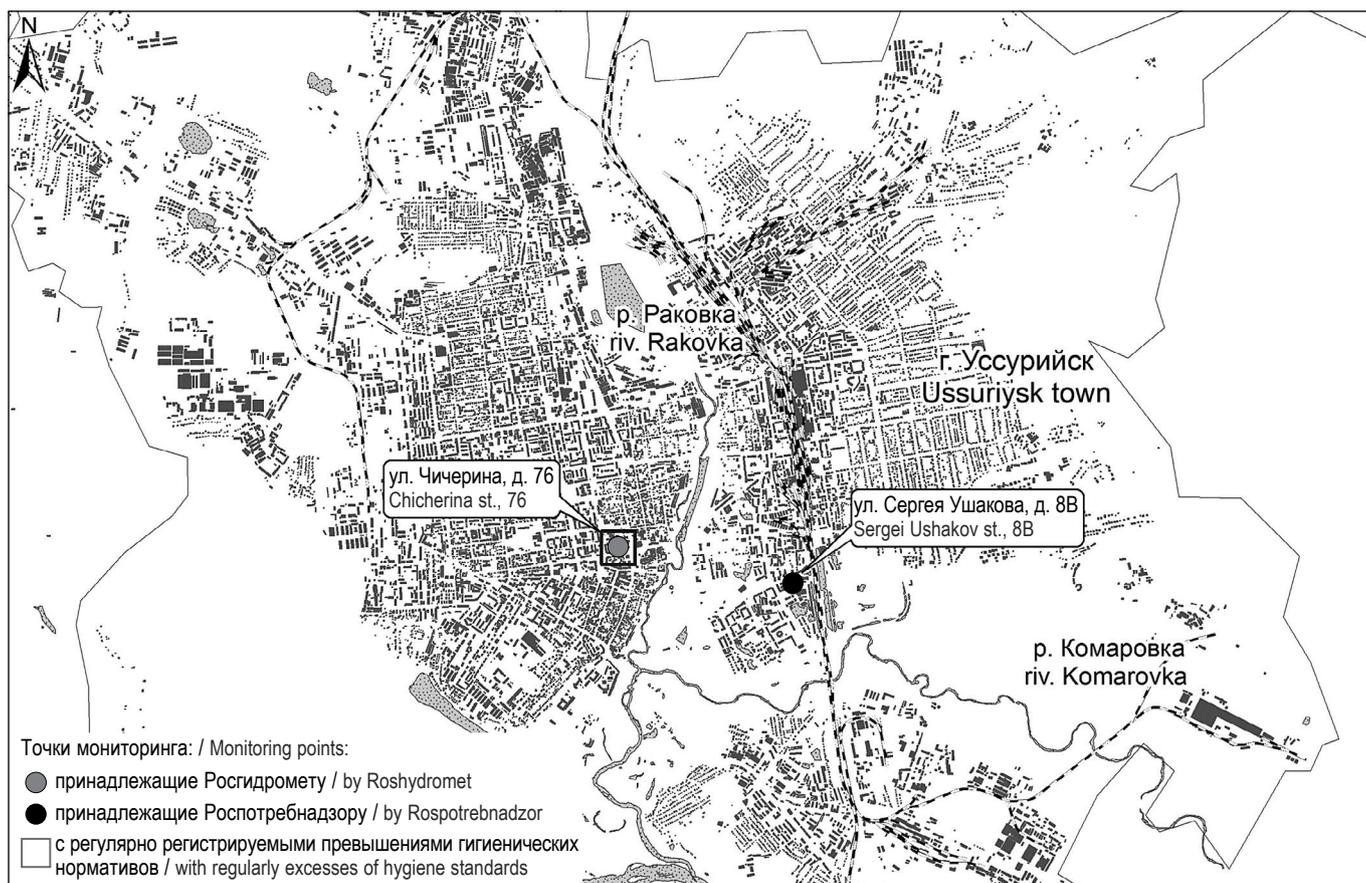


Рис. 2. Расположение постов наблюдения в Уссурийске.
Fig. 2. Location of observation posts in Ussuriysk.

Качество атмосферного воздуха Петровска-Забайкальского в 2021 г.
Atmospheric air quality in Petrovsk-Zabaikalsky data over 2021

Вещество Substance	Проб всего Total of samples	Процент проб с превышением ПДК Percentage of samples exceeding MAC		Среднегодовая концентрация, мг/м ³ Average annual concentration, mg/m ³	Максимальная из максимальных разовых концентраций, мг/м ³ Maximum out of the maximum single concentrations, mg/m ³
		до 5 раз up to 5 times	более 5 раз more than 5 times		
Азота (II) оксид / Nitrogen (II) oxide	794	0	0	0.0023	0.081
Азота диоксид / Nitrogen dioxide	794	0	0	0.0151	0.166
Взвешенные вещества / Suspended solids	871	0	0	0.0161	0.200
Дигидросульфид / Dihydrosulfide	807	2.2	0	0.0007	0.019
Серы диоксид / Sulfur dioxide	808	0	0	0.0262	0.489
Углерода оксид / Carbon oxide	1138	0	0	0.0802	—

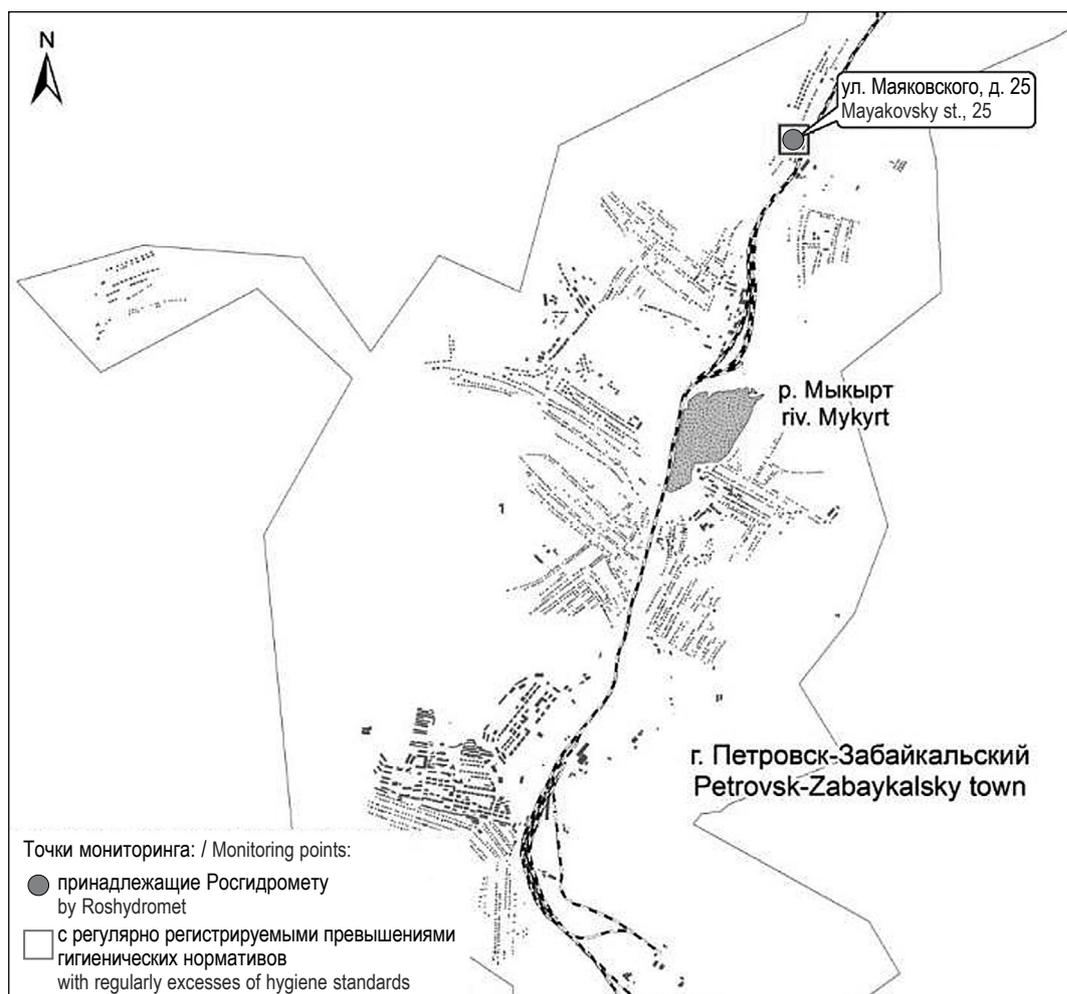


Рис. 3. Расположение постов наблюдения в Петровске-Забайкальском.

Fig. 3. Location of observation posts in Petrovsk-Zabaikalsky.

Обсуждение

Уровень загрязнения атмосферы в Комсомольске-на-Амуре оценивается как очень высокий в соответствии с СанПиН 1.2.3685–21¹ и как высокий в соответствии с ГН 2.1.6.3492–17². Наряду с выбросами загрязняющих

¹ Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Утв. пост. Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 г. № 2 (введены в действие с 1 марта 2021 г.).

² Об утверждении гигиенических нормативов ГН 2.1.6.3492–17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений». Утв. пост. Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 22 декабря 2017 г. № 165 (действовали до 1 марта 2021 г.).

веществ, обусловленными деятельностью промышленных предприятий и транспорта, существенное влияние на уровень загрязнения атмосферного воздуха города оказывают специфические климатические условия: повторяемость приземных и приподнятых инверсий, низкая скорость ветра и застои, которые затрудняют рассеивание загрязняющих веществ и способствуют их накоплению. Территория города может быть отнесена к зоне повышенного потенциала загрязнения атмосферы с особенно неблагоприятными условиями для рассеивания примесей [23]. Программа мониторинга качества атмосферного воздуха по количеству постов наблюдения и их расположению относительно источников выбросов представляется достаточной, но требуется уточнение перечня приоритетных веществ

и организация полной программы наблюдения на постах ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Приморском крае».

Уровень загрязнения атмосферного воздуха Уссурийска за 2021 г. в целом оценён как низкий, однако зарегистрировано превышение ПДК_{с.г.} бенз(а)пирена в 1,4 раза; наибольшая в течение года среднемесячная концентрация бенз(а)пирена (4,6 ПДК_{с.г.}) отмечена в январе. Среднегодовые концентрации диоксида азота превысили ПДК_{с.г.} в 1,2 раза, при этом среднегодовая концентрация оксида азота оказалась существенно ниже ПДК: максимальная концентрация (0,5 ПДК_{м.р.}) отмечена в июле 2021 г. Среднегодовые концентрации остальных контролируемых в атмосферном воздухе веществ не превысили ПДК. Загрязнение атмосферного воздуха Уссурийска обусловлено в основном автомобильным транспортом, что усугубляется суженной за счёт двусторонней парковки проезжей частью и, следовательно, более медленным движением транспортных средств. Кроме того, существенный вклад в уровень загрязнения атмосферного воздуха вносит деятельность промышленных предприятий, в том числе объектов энергетики, а также специфические климатические условия, выражающиеся в высокой повторяемости приземных, приподнятых инверсий и слабой скорости ветра [24]. Программа мониторинга не позволяет объективно оценить качество атмосферного воздуха на всей территории города и требует уточнения в части перечня контролируемых показателей.

Уровень загрязнения воздуха Петровска-Забайкальского характеризуется как низкий [25]. Требуется разработка программы СГМ в части мониторинга качества атмосферного воздуха силами ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Забайкальском крае» и установление точек мониторинга в зоне влияния промышленных предприятий.

К наиболее эффективным способам уточнения перечня приоритетных веществ относятся формирование для населённого пункта сводного тома нормативов допустимых выбросов (НДВ), моделирование рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе с помощью специализированных программных продуктов и оценка риска для здоровья населения на основании полученных расчётных концентраций. Анализ результатов оценки риска позволяет сформировать перечень приоритетных загрязнителей и определить оптимальное расположение точек мониторинга качества воздуха. Получаемый таким образом перечень

приоритетных для контроля загрязнителей нуждается в уточнении после проведения лабораторных исследований по полной программе отбора проб на постах центра гигиены и эпидемиологии.

Ограничения исследования. В данном исследовании проведён анализ организации мониторинга и результатов лабораторных исследований атмосферного воздуха только в городах Комсомольск-на-Амуре, Уссурийск, Петровск-Забайкальский.

Заключение

Существующая система контроля качества атмосферного воздуха в городах Уссурийск, Комсомольск-на-Амуре и Петровск-Забайкальский не позволяет объективно оценить качество атмосферного воздуха и его влияние на здоровье населения и разработать эффективные мероприятия по снижению негативного воздействия выбросов промышленных предприятий.

Для объективной оценки влияния качества атмосферного воздуха на здоровье населения изученных городов необходима оптимизация системы мониторинга.

1. Инвентаризация и формирование базы данных всех существующих источников загрязнения атмосферы (ИЗА).
2. Формирование сводных томов предельно допустимых (нормативно допустимых) выбросов от всех ИЗА в разрезе города.
3. Моделирование концентраций загрязняющих веществ, выбрасываемых всеми ИЗА, в приземном слое атмосферного воздуха городов (расчёты рассеивания) и формирование перечня приоритетных загрязнителей с учётом расчётных концентраций.
5. С учётом сформированных перечней приоритетных загрязнителей разработка или актуализация программ мониторинга качества атмосферного воздуха по количеству точек, перечню показателей и кратности отбора проб (не менее 300 разовых проб).
6. Проведение лабораторных исследований качества атмосферного воздуха в течение года.
7. Анализ результатов мониторинга, оценка сходимости расчётных значений концентраций загрязняющих веществ и натурных данных, корректировка программ мониторинга в случае необходимости.

Литература

(п.п. 2–5 см. References)

1. 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 воздухоохраняющих мероприятий федерального проекта «Чистый воздух». *Гигиена и санитария*. 2021; 100(10): 1043–51. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-10-1043-1051> <https://elibrary.ru/ohsroc>
6. Ракитский 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. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.4.03> <https://elibrary.ru/flvrk>
7. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году». М.; 2022.
8. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году». М.; 2020.
9. Зайцева Н.В., Май И.В., Клейн С.В., Горяев Д.В. Методические подходы к выбору точек и программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха в рамках социально-гигиенического мониторинга для задач федерального проекта «Чистый воздух». *Анализ риска здоровью*. 2019; (3): 4–17. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.3.01> <https://elibrary.ru/sjwckz>
10. Ярушин С.В., Кузьмин Д.В., Шевчик А.А., Цепилова Т.М., Гурвич В.Б., Козловских Д.Н. и др. Ключевые аспекты оценки результативности и эффективности реализации федерального проекта «Чистый воздух» на примере Комплексного плана мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в городе Нижний Тагил. *Здоровье населения и среда обитания* – *ЗНУСО*. 2020; (9): 48–60. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-330-9-48-60> <https://elibrary.ru/vkcpnb>
11. 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. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.4.01> <https://elibrary.ru/mlcdpg>
12. Ревич Б.А. Национальный проект «Чистый воздух» в контексте охраны здоровья населения. *Экологический вестник России*. 2019; (4): 64–9. <https://elibrary.ru/dhoqci>
13. Попова А.Ю. Стратегические приоритеты Российской Федерации в области экологии с позиции сохранения здоровья нации. *Здоровье населения и среда обитания* – *ЗНУСО*. 2014; (2): 4–7. <https://elibrary.ru/skhzgx>
14. Крига А.С., Никитин С.В., Овчинникова Е.Л., Плотникова О.В., Колчин А.С., Черкашина М.Н. и др. О ходе реализации федерального проекта «Чистый воздух» на территории г. Омска. *Анализ риска здоровью*. 2020; (4): 31–45. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2020.4.04> <https://elibrary.ru/ofylqu>
15. Зайцева Н.В., Май И.В., Кирьянов Д.А., Горяев Д.В. Научное обоснование приоритетных веществ, объектов квотирования и направлений действий по снижению аэрогенных рисков здоровью населения при реализации полномочий санитарной службы Российской Федерации. *Анализ риска здоровью*. 2022; (4): 4–17. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2022.4.01> <https://elibrary.ru/xasxpb>
16. Тихонова И.В., Землянова М.А. Актуализация системы СГМ на основе анализа риска здоровью (муниципальный уровень). *Анализ риска здоровью*. 2019; (4): 60–8. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.4.06> <https://elibrary.ru/vffgwd>

Original article

17. Май И.В., Кокоулина А.А., Балашов С.Ю. К вопросу оптимизации мониторинга качества атмосферного воздуха для реализации федерального проекта «Чистый воздух». *Медицина труда и промышленная экология*. 2019; 59(11): 931–6. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-11-931-936> <https://elibrary.ru/lxsfef>
18. Крига А.С., Никитин С.В., Овчинникова С.В., Черкашина М.Н., Винокурова И.Г., Дунаева М.А. и др. Обоснование оптимизации лабораторной сети наблюдения за качеством атмосферного воздуха на территории г. Омска для решения задач федерального проекта «Чистый воздух». В кн.: Попова А.Ю., Зайцева Н.В., ред. *Анализ риска здоровью – 2020 совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью Rise-2020 и круглым столом по безопасности питания: материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Том 2*. Пермь; 2020: 278–89. <https://elibrary.ru/zgczcq>
19. 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. <https://doi.org/10.35627/22195238/202033093847> <https://elibrary.ru/zgczcq>
20. Май И.В., Веквшинина С.А., Клейн С.В., Балашов С.Ю., Андришунас А.М., Горяев Д.В. Федеральный проект «Чистый воздух»: практический опыт выбора химических веществ для информационной системы анализа качества атмосферного воздуха Норильска. *Гигиена и санитария*. 2020; 99(8): 766–72. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-8-766-772> <https://elibrary.ru/ajdkkg>
21. Кузнецова И.А., Чежина Н.В., Петрова Л.Ш., Моторина О.Н., Иванникова Л.И. О реализации федерального проекта «Чистый воздух» на территории г. Череповца Вологодской области. В кн.: Попова А.Ю., Зайцева Н.В., ред. *Анализ риска здоровью – 2020 совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью Rise-2020 и круглым столом по безопасности питания: материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Том 2*. Пермь; 2020: 245–55. <https://elibrary.ru/aoulku>
22. Максимова Е.В., Кокоулина А.А., Пережогин А.Н., Жданова-Заплевичко И.Г. Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха г. Братска до реализации мероприятий федерального проекта «Чистый воздух». В кн.: Попова А.Ю., Зайцева Н.В., ред. *Анализ риска здоровью – 2020 совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью Rise-2020 и круглым столом по безопасности питания: материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Том 2*. Пермь; 2020: 273–8. <https://elibrary.ru/cjojpf>
23. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Хабаровского края в 2021 году». Хабаровск; 2022.
24. Доклад об экологической ситуации в Приморском крае в 2021 году. Доступно: <https://primorsky.ru/authorities/executive-agencies/departments/environment/report-on-the-environmental-situation-1.php>
25. Доклад об экологической ситуации в Забайкальском крае за 2021 год. Доступно: <https://minprir.75.ru/deyatel-nost/ohrana-okruzhayuschey-sredy/ekologicheskaya-situaciya-v-zabaykal-skom-krae>

References

1. Mai I.V., Klein S.V., Maksimova E.V., Balashov S.Yu., Tsinker M.Yu. Hygienic assessment of the situation and analysis of the health risk of the population as an information basis for the organization of monitoring and the formation of complex plans for air protection measures of the federal project «Clean air». *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2021; 100(10): 1043–51. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-10-1043-1051> <https://elibrary.ru/ohsroc> (in Russian)
2. WHO. Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project. Recommendations for concentration–response functions for cost-benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. Geneva; 2013.
3. WHO. Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks. Geneva; 2016. Available at: <https://www.who.int/airpollution/ambient/health-impacts/en/>
4. Prüss-Ustün A., Wolf J., Corvalán C., Neville T., Bos R., Neira M. Diseases due to unhealthy environments: an updated estimate of the global burden of disease attributable to environmental determinants of health. *J. Public Health (Oxf.)*. 2017; 39(3): 464–75. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdw085>
5. Carpenter D.O., Bushkin-Bedient S. Exposure to chemicals and radiation during childhood and risk for cancer later in life. *J. Adolesc. Health*. 2013; 52(5): 21–9. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2013.01.027>
6. Rakitskii V.N., Avaliani S.L., Novikov S.M., Shashina T.A., Dodina N.S., Kisilitsin V.A. Health risk analysis related to exposure to ambient air contamination as a component in the strategy aimed at reducing global non-infectious epidemics. *Analiz riska zdorov'yu*. 2019; (4): 30–6. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.4.03> <https://elibrary.ru/rgbvkn> (in Russian)
7. State report «On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Russian Federation in 2021». Moscow; 2022. (in Russian)
8. State report «On the state and protection of the environment of the Russian Federation in 2019». Moscow; 2020. (in Russian)
9. Zaitseva N.V., Mai I.V., Klein S.V., Goryaev D.V. Methodical approaches to selecting observation points and programs for observation over ambient air quality within social and hygienic monitoring and «Pure air» federal project. *Analiz riska zdorov'yu*. 2019; (3): 4–17. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.3.01> <https://elibrary.ru/jrucns> (in Russian)
10. Yarushin S.V., Kuz'min D.V., Shevchik A.A., Tsepilova T.M., Gurvich V.B., Kozlovskikh D.N., et al. Key aspects of assessing effectiveness and efficiency of implementation of the federal clean air project on the example of the comprehensive emission reduction action plan in Nizhny Tagil. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya – ZNiSO*. 2020; (9): 48–60. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-330-9-48-60> <https://elibrary.ru/vkkpnb> (in Russian)
11. Popova A.Yu., Zaitseva N.V., Mai I.V. Population health as a target function and criterion for assessing efficiency of activities performed within «pure air» federal project. *Analiz riska zdorov'yu*. 2019; (4): 4–13. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.4.01> <https://elibrary.ru/ohxbj>
12. Revich B.A. National project «Clean Air» in the context of public health protection. *Ekologicheskii vestnik Rossii*. 2019; (4): 64–9. <https://elibrary.ru/dhoqci> (in Russian)
13. Popova A.Yu. Strategic priorities of the Russian Federation in the field of ecology from the position of preservation of health of the nation. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya – ZNiSO*. 2014; (2): 4–7. <https://elibrary.ru/skhzgx> (in Russian)
14. Kriga A.S., Nikitin S.V., Ovchinnikova E.L., Plotnikova O.V., Kolchin A.S., Cherkashina M.N., et al. On implementation of «Clean air» federal project in Omsk. *Analiz riska zdorov'yu*. 2020; (4): 31–45. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2020.4.04> <https://elibrary.ru/rviwpu>
15. Zaitseva N.V., Mai I.V., Kir'yanov D.A., Goryaev D.V. Scientific substantiation of priority chemicals, objects for setting quotas and trends in mitigating airborne public health risks within activities performed by the sanitary service of the Russian Federation. *Analiz riska zdorov'yu*. 2022; (4): 4–17. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2022.4.01> <https://elibrary.ru/ryoshk>
16. Tikhonova I.V., Zemlyanova M.A. Social-hygienic monitoring system updating based on health risk analysis (at the municipal level). *Analiz riska zdorov'yu*. 2019; (4): 60–8. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.4.06> <https://elibrary.ru/qiubyd>
17. Mai I.V., Kokoulina A.A., Balashov S.Yu. On the issue of optimization of atmospheric air quality monitoring for the implementation of the federal project «Clean air». *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2019; 59(11): 931–6. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-11-931-936> <https://elibrary.ru/lxsfef> (in Russian)
18. Kriga A.S., Nikitin S.V., Ovchinnikova S.V., Cherkashina M.N., Vinokurova I.G., Dunayeva M.A., et al. Substantiation of the optimization of the laboratory network for monitoring the quality of atmospheric air in the city of Omsk to solve the problems of the federal project «Clean Air». In: Popova A.Yu., Zaitseva N.V., eds. *Health Risk Analysis – 2020 together with the International Meeting on Environment and Health Rise-2020 and a Round Table on Food Safety: Proceedings of the X All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation. Volume 2 [Analiz riska zdorov'yu – 2020 sovmestno s mezhdunarodnoi vstrechei po okruzhayushchei srede i zdorov'yu Rise-2020 i kruglym stolom po bezopasnosti pitaniya: materialy X Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. Tom 2]*. Perm; 2020: 278–89. <https://elibrary.ru/zgczcq> (in Russian)
19. Gurvich V.B., Kozlovskikh D.N., Vlasov I.A., Chistyakova I.V., Yarushin S.V., Kornilov A.S., et al. Methodological approaches to optimizing ambient air quality monitoring programs within the framework of the Federal Clean Air Project (on the example of Nizhny Tagil). *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya – ZNiSO*. 2020; (9): 38–47. <https://doi.org/10.35627/22195238/202033093847> <https://elibrary.ru/zgczcq> (in Russian)
20. Mai I.V., Vekovshinina S.A., Klein S.V., Balashov S.Yu., Andrishunas A.M., Goryaev D.V. «Pure air» federal project: practical experience in selecting chemicals for an information system for the analysis of ambient air quality. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99(8): 766–72. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-8-766-772> <https://elibrary.ru/ajdkkg> (in Russian)
21. Kuznetsova I.A., Chezhina N.V., Petrova L.Sh., Motorina O.N., Ivannikova L.I. On the implementation of the federal project «Clean Air» in the city of Cherepovets, Vologda Region. In: Popova A.Yu., Zaitseva N.V., eds. *Health Risk Analysis – 2020 together with the International Meeting on Environment and Health Rise-2020 and a Round Table on Food Safety: Proceedings of the X All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation. Volume 2 [Analiz riska zdorov'yu – 2020 sovmestno s mezhdunarodnoi vstrechei po okruzhayushchei srede i zdorov'yu Rise-2020 i kruglym stolom po bezopasnosti pitaniya: materialy X Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. Tom 2]*. Perm; 2020: 245–55. <https://elibrary.ru/aoulku> (in Russian)
22. Maksimova E.V., Kokoulina A.A., Perezhogin A.N., Zhdanova-Zaplevichko I.G. Hygienic assessment of the quality of atmospheric air in Bratsk before the implementation of the measures of the Federal Clean Air Project. In: Popova A.Yu., Zaitseva N.V., eds. *Health Risk Analysis – 2020 together with the International Meeting on Environment and Health Rise-2020 and a Round Table on Food Safety: Proceedings of the X All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation. Volume 2 [Analiz riska zdorov'yu – 2020 sovmestno s mezhdunarodnoi vstrechei po okruzhayushchei srede i zdorov'yu Rise-2020 i kruglym stolom po bezopasnosti pitaniya: materialy X Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. Tom 2]*. Perm; 2020: 273–8. <https://elibrary.ru/cjojpf> (in Russian)
23. State report «On the state and environmental protection of the Khabarovsk Territory in 2021». Khabarovsk; 2022. (in Russian)
24. Report on the environmental situation in Primorsky Krai in 2021. Available at: <https://primorsky.ru/authorities/executive-agencies/departments/environment/report-on-the-environmental-situation-1.php> (in Russian)
25. Report on the environmental situation in Zabaykalsky Krai in 2021. Available at: <https://minprir.75.ru/deyatel-nost/ohrana-okruzhayuschey-sredy/ekologicheskaya-situaciya-v-zabaykal-skom-krae> (in Russian)

Информация об авторах

Федоров Владимир Николаевич, ст. науч. сотр., зав. отд. анализа рисков для здоровья населения ФБУН «СЗЦН гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: vf1986@mail.ru

Ковшов Александр Александрович, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., зав. отд. гигиены труда ФБУН «СЗЦН гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург, Россия; доцент каф. гигиены условий воспитания, обучения, труда и радиационной гигиены ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова» Минздрава России, 191015, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: a.kovshov@s-znc.ru

Новикова Юлия Александровна, ст. науч. сотр., руководитель отд. социально-гигиенического анализа и мониторинга ФБУН «СЗЦН гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: j.novikova@s-znc.ru

Тихонова Надежда Андреевна, мл. науч. сотр. отд. анализа рисков для здоровья населения ФБУН «СЗЦН гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: n.tihonova@s-znc.ru

Копытенкова Ольга Ивановна, доктор мед. наук, профессор, гл. науч. сотр. отд. гигиены ФБУН «СЗЦН гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург, Россия; профессор каф. «Техносферная и экологическая безопасность» ФГБОУ ВО «ПГУПС», 190031, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: 5726164@mail.ru

Мясников Игорь Олегович, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., зав. отд. научного обеспечения социально-гигиенического мониторинга, ФБУН «СЗЦН гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: i.myasnikov@s-znc.ru

Information about the authors

Vladimir N. Fedorov, Senior Researcher, Head of Health Risk Analysis Department of the North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-1378-1232> E-mail: vf1986@mail.ru

Aleksandr A. Kovshov, MD, PhD, Senior Researcher, Head of the Occupational Hygiene Department of the North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation; Assistant Professor of the Department for Hygiene of Educational, Training, and Labour Conditions, and Radiation Hygiene of the North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, 191015, Russian Federation; <https://orcid.org/0000-0001-9453-8431> E-mail: a.kovshov@s-znc.ru

Yuliya A. Novikova, Senior Researcher, Head of the Department of Social and Hygienic Analysis and Monitoring of the North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-4752-2036> E-mail: j.novikova@s-znc.ru

Nadezhda A. Tikhonova, Junior Researcher, Department of Social and Hygienic Analysis and Monitoring of the North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0003-4895-4009> E-mail: n.tihonova@s-znc.ru

Olga I. Kopytenkova, MD, PhD, DSci., professor, Chief Researcher, Department of Hygiene of the North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation; Professor of the North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, 191015, Russian Federation; Professor of the Department of Technospheric and Environmental Safety, Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, St.-Petersburg, 190031, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-8412-5457> E-mail: 5726164@mail.ru

Igor O. Myasnikov, MD, PhD, Senior researcher of the Department of scientific support of social and hygienic monitoring, North-West Public Health Research Center, St.-Petersburg, 191036, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-4459-2066> E-mail: i.myasnikov@s-znc.ru