

© Клейн С.В., Попова Е.В., 2020

УДК 614.71

Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха г. Читы – приоритетной территории федерального проекта «Чистый воздух»

С.В. Клейн, Е.В. Попова

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, Монастырская ул., д. 82, г. Пермь, 614045, Российская Федерация

Резюме: Введение. Статья посвящена одной из проблем, имеющих в настоящее время социальное, экологическое и гигиеническое значение, – неудовлетворительному качеству атмосферного воздуха ряда городов Российской Федерации. Город Чита является приоритетной территорией по уровню загрязнения воздуха и включен в федеральный проект «Чистый воздух» национального проекта «Экология». Цель исследования – дать гигиеническую оценку качеству воздуха селитебных территорий для последующего совершенствования системы мониторинга атмосферного воздуха и разработки планов воздухоохраных мероприятий. Материалы и методы. Исходными данными для гигиенической оценки являлись результаты инструментальных измерений качества воздуха на постах системы государственного экологического мониторинга за 2014–2018 гг. и данные форм статистической отчетности предприятий об объемах и составе пылегазовых выбросов. Результаты и обсуждение. Установлено, что на постах мониторинга регистрируются превышения предельно допустимых концентраций бенз(а)пирена (до 10,5 ПДК_{сс}), взвешенных веществ (до 1,63 ПДК_{сс}, до 11,4 ПДК_{мр}), диоксида азота (до 1,18 ПДК_{сс}), сероводорода (до 11,94 ПДК_{мр}), фенола, сажи и иных примесей, опасных для здоровья человека. Определены приоритетные источники выбросов химических веществ и другие факторы, способствующие повышению уровня загрязнения атмосферного воздуха г. Читы, где в настоящий момент по интегральному показателю загрязнение атмосферы характеризуется как высокое. Выводы. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости совершенствования существующей сети и программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха, оценки пространственного распределения формируемых уровней экспозиции и рисков здоровью населения и оценки достаточности запланированных мероприятий по улучшению качества атмосферного воздуха г. Читы согласно комплексному плану.

Ключевые слова: загрязнение атмосферного воздуха, инструментальные исследования, гигиеническая оценка, федеральный проект «Чистый воздух», приоритетные загрязняющие вещества.

Для цитирования: Клейн С.В., Попова Е.В. Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха г. Читы – приоритетной территории федерального проекта «Чистый воздух» // Здоровье населения и среда обитания. 2020. № 12 (333). С. 16–22. DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-333-12-16-22>

Hygienic Assessment of Ambient Air Quality in Chita, a Priority Area of the Federal Clean Air Project

S.V. Kleyn, E.V. Popova

Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies,
82 Monastyrskaya Street, Perm, 614045, Russian Federation

Summary. Introduction: The article is devoted to poor ambient air quality in some cities of the Russian Federation, one of the most important social and environmental issues of today. The city of Chita is a priority area in term of ambient air pollution included in the Federal Clean Air Project of the National Ecology Project. Our objective was to assess air quality in residential areas of the city for a further improvement of the ambient air quality monitoring system and air quality action planning. **Materials and methods:** We analyzed the results of measuring ambient air quality at the monitoring sites of the government environmental monitoring system for 2014–2018 and statistical data on the volume and composition of industrial emissions. The spatial analysis of the impact of enterprises on residential areas was carried out in accordance with the guidelines of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing (Rospotrebnadzor). **Results and discussion:** We established high concentrations of benzo(a)pyrene (up to a 10.5-fold excess of the average daily maximum permissible concentration (MPC)), particulate matter (up to a 1.63-fold excess of the average daily MPC and a 11.4-fold excess of the single MPC), nitrogen dioxide (up to a 1.18-fold excess of the average daily MPC), hydrogen sulfide (up to a 11.94-fold excess of the single MPC), phenol, soot, and some other hazardous air contaminants. We determined priority sources of anthropogenic emissions and other factors contributing to poor air quality in Chita. **Conclusions:** Our findings indicate the necessity to enhance the existing ambient air quality monitoring network and programs, to assess spatial distribution of resulting exposure levels and population health risks, and to decide on the adequacy of the air quality action planning in the city of Chita in accordance with the comprehensive plan.

Keywords: ambient air pollution, instrumental measurements, hygienic assessment, Federal Clean Air Project, priority contaminants.

For citation: Kleyn SV, Popova EV. Hygienic assessment of ambient air quality in Chita, a priority area of the Federal Clean Air Project. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2020; (12(333)):16–22. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-333-12-16-22>

Author information: Kleyn S.V., <https://orcid.org/0000-0002-2534-5713>; Popova E.V., <https://orcid.org/0000-0002-8762-7038>.

Введение. Федеральным проектом «Чистый воздух», осуществляемым в рамках национального проекта «Экология», выбраны приоритетные территории, на которых проблемы загрязнения воздуха стоят наиболее остро и влияют на риски для здоровья населения¹. Одной из таких территорий является административный центр Забайкальского края – город Чита, население

которого составляет около 350 тыс. человек, ежегодно включаемый в Приоритетный список городов Российской Федерации с наибольшим уровнем загрязнения воздуха².

В атмосферный воздух г. Читы ежегодно выбрасывается более 130 загрязняющих веществ от 211 промышленных предприятий. Общая масса выбросов составляет около 50 тыс. тонн.

¹ Паспорт национального проекта «Экология» / утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_316096/ (дата обращения: 12.04.2019).

² Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». М.: Минприроды России, 2019. 51 с.

В состав выбросов входят вещества с доказанными негативными, в том числе отдаленными, эффектами для здоровья человека: бенз(а)пирен, взвешенные вещества, фенол, азота диоксид, серы диоксид, углерода оксид, азота оксид, сероводород, аммиак, сажа, формальдегид, озон. Также в воздух города поступают такие специфические вещества, как железо, кадмий, магний, марганец, медь, никель, хром, цинк, свинец. Наибольший вклад в загрязнение воздуха в г. Читы вносят предприятия топливно-энергетического комплекса (Читинская ТЭЦ-1 и Читинская ТЭЦ-2 – филиалы Публичного акционерного общества «Территориальная генерирующая компания № 14», многочисленные мелкие котельные), автотранспорт и печное отопление частного сектора³. По данным государственных докладов, основными причинами высоких приземных концентраций загрязняющих веществ в городе являются низкая эффективность пылегазоочистительных установок на промышленных предприятиях, применение устаревших технологий на тепловых электростанциях и котельных⁴.

Кроме того, Чита характеризуется особыми орографическими условиями: расположение города в Читино-Ингодинской впадине создает риски накопления вредных веществ в приземном слое атмосферы, особенно от невысоких источников выбросов. Эти риски усугубляются повышенным потенциалом загрязнения, типичным для данной климатической зоны в целом [1, 2]. Наиболее сложная ситуация создается в холодное время года [1–5]. При том, что на протяжении ряда лет реализуются воздухоохраные мероприятия⁵, сокращаются выбросы некоторых примесей, ситуация остается напряженной и требующей глубокой аналитической проработки и использования новых подходов к ее разрешению [3–5, 14].

Загрязнение атмосферного воздуха селитебных территорий является не только экологической проблемой, но и проблемой сохранения здоровья и отсутствия вредного воздействия факторов среды обитания [6, 7]. Улучшение качества среды обитания будет способствовать улучшению медико-демографической ситуации в стране, снижению бремени болезней, сокращению преждевременной смертности, что и определило появление и основные цели федерального проекта «Чистый воздух». Данный проект направлен на кардинальное снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах, в том числе в г. Чите, посредством снижения объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Для достижения этой цели был разработан Комплексный план мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ

в атмосферный воздух Читы (утв. заместителем Председателя Правительства Российской Федерации 28.12.2018), согласно которому предусмотрено снижение валового выброса загрязняющих веществ в атмосферу Читы на 8,75 тыс. тонн к 2024 году⁶.

Цель исследования состояла в гигиенической оценке качества атмосферного воздуха г. Читы на момент начала мероприятий федерального проекта «Чистый воздух» и в разработке рекомендаций по совершенствованию системы мониторинга воздушной среды с учетом планировки города и функционирования основных источников выбросов загрязняющих веществ.

Материалы и методы. Пространственный анализ влияния предприятий на селитебные территории выполняли в соответствии с методическим документом Роспотребнадзора (МР 2.1.6.0157–19)⁷.

Для выполнения оценки использовали результаты инструментальных наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха г. Читы в период 2014–2018 гг., которые осуществлялись ФГБУ «Забайкальское УГМС» на пяти стационарных постах наблюдения Государственной службы мониторинга загрязнения атмосферы. Два поста – автоматические станции контроля загрязнения атмосферы (АСК-А). Прочие посты функционируют в стандартном режиме отбора проб с последующей лабораторной обработкой проб, реализуя неполную программу наблюдений (в 07, 13, 19 часов по местному времени). Посты расположены достаточно равномерно на территории города. Наблюдения охватывают селитебные зоны четырех из пяти районов (Центральный район – 2 поста; Железнодорожный – 2; Ингодинский – 1 пост). В Черновском районе пост отсутствует.

На указанных постах в период 2014–2018 гг. в отдельные годы выполнялись измерения от 19 до 21 химических веществ: бенз(а)пирен, взвешенные вещества, азота диоксид, серы диоксид, азота оксид, углерода оксид, сероводород, формальдегид, фенол, сажа, аммиак, озон, а также тяжелые металлы – железо, кадмий, магний, марганец, медь, никель, хром, цинк, свинец.

Регулярные наблюдения за содержанием диоксида серы, оксида углерода, диоксида азота, оксида азота, аммиака, сероводорода и озона с использованием газоанализаторов ведут на автоматических станциях контроля загрязнения атмосферы. Всего за исследуемый период на постах наблюдения ФГБУ «Забайкальское УГМС» в г. Чите было отобрано и проанализировано 157 934 пробы атмосферного воздуха (табл. 1).

Гигиеническую оценку уровня загрязнения атмосферного воздуха г. Читы выполняли путем сравнения концентраций, полученных в точках расположения постов наблюдений, с предельно

³ Доклад об экологической ситуации в Забайкальском крае в 2018 году. Министерство природных ресурсов Забайкальского края, 2019. 8 с.

⁴ Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Забайкальском крае в 2017 году». Чита, 2018. 10 с.

⁵ Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2017 г.: Ежегодник. Санкт-Петербург, 2018. 224 с.

⁶ Комплексный план мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в г. Чите, утв. Зам. Председателя Правительства Российской Федерации 28.12.2018. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_316096/ (дата обращения: 10.04.2020).

⁷ МР 2.1.6.0157–19 «Формирование программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха и количественная оценка экспозиции населения для задач социально-гигиенического мониторинга: Методические рекомендации. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2020. 42 с.

Таблица 1. Количество проб атмосферного воздуха, отобранных на постах наблюдения ФГБУ «Забайкальское УГМС» в городе Чита в течение 2014–2018 гг.

Table 1. The number of ambient air samples taken at monitoring sites of the Transbaikal Directorate for Hydrometeorology and Environmental Monitoring in Chita, 2014–2018

№	Наименование вещества / Air pollutant	2014	2015	2016	2017	2018	Всего проб / Total samples, 2014-2018
1	Бенз(а)пирен / Benzo(a)pyrene	36	36	36	36	36	180
2	Взвешенные вещества / Particulate matter	4426	3837	3510	3537	3494	18804
3	Диоксид азота / Nitrogen dioxide	4425	4986	4971	5023	4796	24201
4	Диоксид серы / Sulphur dioxide	4427	4973	4980	5031	4795	24206
5	Оксид азота / Nitrogen oxide	882	864	878	885	875	4384
6	Оксид углерода / Carbon monoxide	4425	4723	4980	5025	4789	23942
7	Сероводород / Hydrogen sulfide	–	–	1174	2371	2088	5633
8	Формальдегид / Formaldehyde	2626	2713	2632	2633	2648	13252
9	Фенол / Phenol	3541	3894	3810	3838	3779	18862
10	Углерод (сажа) / Carbon (soot)	4430	3847	3513	2664	3490	17944
11	Железо / Iron	24	24	24	24	24	120
12	Кадмий / Cadmium	24	24	24	24	24	120
13	Магний / Magnesium	24	24	24	24	24	120
14	Марганец / Manganese	24	24	24	24	24	120
15	Медь / Copper	24	24	24	24	24	120
16	Никель / Nickel	24	24	24	24	24	120
17	Хром / Chromium	24	24	24	24	24	120
18	Цинк / Zinc	24	24	24	24	24	120
19	Свинец / Lead	24	24	24	24	24	120
20	Аммиак / Ammonia	–	–	–	2292	1331	3623
21	Озон / Ozone	–	–	–	1191	632	1823
Всего проб, ед. / Total samples, n		29434	30089	30700	34742	32969	157 934

допустимыми концентрациями соответствующего периода осреднения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе поселений, утвержденными в составе гигиенических нормативов ГН 2.1.6.3492–17⁸.

Валовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу г. Читы оценивали по данным годовой формы федерального статистического наблюдения № 2-ТП (воздух) «Сведения об охране атмосферного воздуха», предоставляемой предприятиями и организациями города.

Результаты исследования. Большая часть выбросов в атмосферный воздух города приходится на промышленные и коммунальные (автономные) источники выбросов. При этом следует отметить, что невысокие источники частного сектора создают угрозу загрязнения приземного слоя атмосферы непосредственно в местах постоянного проживания населения, и эта угроза особенно существенна в холодный период года (осень, зима, ранняя весна), поскольку именно в эти периоды формируются и наименее благоприятные условия для рассеивания примесей, что позволяет прогнозировать существенные риски для здоровья горожан. В структуре выбросов от стационарных источников преобладают газообразные вещества и аэрозоли (до 68,7 %), включая серы диоксид (до 34,5 %), углерода оксид (до 25,8 %), азота оксиды (до 15,6 %) и прочие вещества. Вклад твердых веществ в валовые выбросы составляет от 31,3 % до 32,8 %.

К территориям с наиболее высокой концентрацией загрязняющих веществ относятся западная и юго-западная части города (Железнодорожный и Ингодинский районы), где находится большинство промышленных

предприятий и отмечается наиболее высокая интенсивность движения автотранспорта.

Некоторый рост выбросов позволил предположить отсутствие положительной динамики качества атмосферного воздуха, однако анализ показал разнонаправленность тенденций в изменении уровней содержания опасных веществ в воздухе Читы за период 2014–2018 гг.

Осредненные за год среднесуточные концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе города Чита за 2014–2018 гг. представлены в табл. 2.

Из представленных данных видно, что улучшение ситуации регистрируется практически по всем измеряемым примесям кроме бенз(а)пирена и фенола. При этом, среднегодовые концентрации диоксида азота и формальдегида, которые в 2014, 2015 гг. были на уровнях выше ПДКсс, в последние годы зафиксированы в пределах гигиенических нормативов. Данные факты свидетельствуют, несомненно, об эффективности принимаемых санитарно-гигиенических и природоохранных мер.

Вместе с тем среднегодовая концентрация бенз(а)пирена составила за исследованный период от 8,93 до 10,5 ПДКсс, взвешенных веществ – от 1,32 до 1,63 ПДКсс. В отдельные дни наблюдений среднесуточная концентрация бенз(а)пирена достигала 19,1 ПДКсс, взвешенных веществ – 2,27 ПДКсс, диоксида азота – 1,35 ПДКсс, фенола – 1,27 ПДКсс. Это позволяет даже на основании рекогносцировочных, экспертных оценок прогнозировать высокий риск формирования нарушений здоровья жителей города. Потенциально поражаемыми при установленных уровнях воздействия являются органы дыхания (воздействуют взвешенные ве-

⁸ ГН 2.1.6.3492–17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений». М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии, 2019. 55 с.

Таблица 2. Осредненные за год среднесуточные концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Читы за 2014–2018 гг.

Table 2. Average annual concentrations of ambient air pollutants in Chita, 2014–2018

Наименование вещества / Air pollutant	Среднегодовая концентрация, доли ПДКсс / Average annual concentration, % of average daily MPC						Темп прироста в 2018 г. к 2014 г., % / Growth rate for 2014–2018, %
	2014	2015	2016	2017	2018	Средняя за период 2014–2018 гг. / Average for 2014–2018	
Аммиак / Ammonia	–	–	–	0,38	0,35	0,36	–
Бенз(а)пирен / Benzo(a)pyrene	8,93	10,5	9,07	9,80	10,5	9,82 ± 0,43	+17,9
Взвешенные вещества / Particulate matter	1,53	1,63	1,32	1,33	1,40	1,45 ± 0,08	–8,1
Диоксид азота / Nitrogen dioxide	1,07	1,18	0,87	0,70	0,82	0,93 ± 0,11	–23,0
Диоксид серы / Sulphur dioxide	0,35	0,30	0,32	0,26	0,26	0,30 ± 0,02	–27,3
Железо / Iron	0,10	0,10	0,09	0,11	0,08	0,10 ± 0,01	–24,5
Магний / Magnesium	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02 ± 0,00	–22,0
Марганец / Manganese	0,14	0,14	0,11	0,13	0,10	0,12 ± 0,01	–29,6
Медь / Copper	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03 ± 0,00	–25,0
Никель / Nickel	нпо*	нпо	нпо	нпо	0,01	0,002 ± 0,001	–
Озон / Ozone	–	–	–	0,57	0,60	0,58 ± 0,01	–
Оксид азота / Nitrogen oxide	0,30	0,47	0,24	0,22	0,26	0,29 ± 0,050	–14,8
Оксид углерода / Carbon monoxide	0,43	0,4	0,35	0,31	0,33	0,37 ± 0,029	–21,9
Свинец и его неорганические соединения / Lead and inorganic lead compounds	0,13	0,17	0,12	0,13	0,08	0,13 ± 0,01	–37,5
Углерод (сажа) / Carbon (soot)	0,56	0,84	0,67	0,42	0,24	0,55 ± 0,12	–57,4
Фенол / Phenol	0,52	0,60	0,63	0,81	0,92	0,69 ± 0,10	+76,8
Формальдегид / Formaldehyde	1,25	1,07	0,83	0,93	0,92	1,00 ± 0,09	–26,4
Хром (хром шестивалентный) / Chromium IV	0,01	0,01	нпо	нпо	0,003	0,0080 ± 0,002	–66,7
Цинк / Zinc	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002 ± 0,00	–45,2

Примечание: * нпо – ниже порога определения метода измерения.

Notes: * below the limit of detection.

щества, оксид и диоксид азота, диоксид серы, фенол, формальдегид); нервная система (влияет углерода оксид, марганец и его соединения, свинец и его соединения) [24, 25]. В условиях хронического воздействия прогнозируются неприемлемые риски развития нарушений сердечно-сосудистой системы, кроветворных органов и т. п.

Принимая во внимание то, что бенз(а)пирен, соединения свинца, хрома, формальдегида,

никеля обладают канцерогенными свойствами, существует опасность формирования дополнительной онкологической заболеваемости на территории города⁹.

Недопустимые риски острых эффектов следует предполагать и при воздействии кратковременных загрязнений воздуха жилых территорий г. Читы. В табл. 3 приведены обобщенные данные по максимальным из разовых

Таблица 3. Максимальные из разовых концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Читы за 2014–2018 гг.

Table 3. Maximum single concentrations of ambient air pollutants in Chita, 2014–2018

Наименование вещества / Air pollutant	Максимальная из разовых концентраций, доли ПДКмп / Maximum single concentration, % of single MPC						Темп прироста в 2018 г. к 2014 г., % / Growth rate for 2014–2018, %
	2014	2015	2016	2017	2018	Максимальная за период 2014–2018 гг. / Maximum for 2014–2018	
Аммиак / Ammonia	–	–	–	0,9	1,1	1,1	–
Взвешенные вещества / Particulate matter	9,6	21	27,6	9	4	27,6	–58,3
Диоксид азота / Nitrogen dioxide	2	2,14	1,17	0,87	0,99	2,14	–50,5
Диоксид серы / Sulphur dioxide	0,72	0,47	0,56	0,26	0,38	0,72	–47,2
Магний / Magnesium	0,004	0,004	0,005	0,007	0,005	0,007	+25,0
Марганец / Manganese	0,02	0,03	0,02	0,04	0,02	0,042	–8,3
Озон / Ozone	–	–	–	0,36	0,29	0,36	–
Оксид азота / Nitrogen oxide	0,79	0,77	0,76	0,91	0,89	0,91	+12,7
Оксид углерода / Carbon monoxide	2	4,6	2	2,06	2,18	4,6	+9,0
Свинец и его неорганические соединения / Lead and inorganic lead compounds	0,15	0,2	0,13	0,08	0,1	0,2	–33,3
Сероводород / Hydrogen sulfide	4,38	4,25	3,13	18,75	12,25	18,75	+179,7
Углерод (сажа) / Carbon (soot)	5,8	5,73	5,53	3,07	1,07	5,8	–81,6
Фенол / Phenol	4,4	8,5	3,3	3,1	3,6	8,5	–18,2
Формальдегид / Formaldehyde	1,92	1,78	1,38	1,26	1	1,92	–47,9

⁹ ГОСТ Р 56930–2016 «Руководство по применению критериев классификации опасности химической продукции по воздействию на организм. Острая токсичность при вдыхании».

измеренных концентраций загрязняющих веществ в воздухе за 2014–2018 гг.

Так, максимальная из разовых концентраций взвешенных веществ составила 27,6 ПДК_{мр} (что выше референтного уровня для острых ингаляционных воздействий в несколько раз), аммиака — 1,1 ПДК_{мр}, сероводорода — 18,75 ПДК_{мр}, углерода (сажи) — 5,8 ПДК_{мр} и т. п. (табл. 3).

Значительную тревогу вызывает высокий уровень и выраженный прирост приземной концентрации сероводорода — вещества, не только формирующего неприятный запах и дискомфорт, но и вызывающего нарушения здоровья в форме поражения органов дыхания — в ряде случаев средней тяжести и тяжелых [8–9]. Даже принимая во внимание снижение максимальных уровней содержания фенола в атмосфере, ситуацию, когда разовые концентрации превышают ПДК, нельзя рассматривать как удовлетворительную¹⁰. Потенциально поражаемыми при установленных уровнях воздействия являются органы дыхания человека (однаправленное влияние взвешенных веществ, оксида и диоксида азота, диоксида серы, сероводорода, фенола, формальдегида, сажи) и органы зрения (влияние фенола и формальдегида).

Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА5) г. Читы, рассчитанный с учетом концентраций пяти приоритетных загрязнителей (бенз(а)пирен, взвешенные вещества, формальдегид, диоксид азота, фенол), в 2018 году вырос по сравнению с 2014 годом на 7,1 ед. и составил 38,2 ед. (рисунок). Данный уровень загрязнения определяется как очень высокий.

Поскольку репрезентативность наблюдений на посту существенно снижается на расстоянии более 5 км от него [11], принимали во внимание, что фактическое расположение постов наблюдения обеспечивает корректную оценку экологической ситуации на площади, равной 77 % территории жилых массивов города, где проживает около 270 тыс. человек. Значительное загрязнение воздуха на постах наблюдения является основанием для вывода о необходимости размещения в городе еще одного или нескольких постов наблюдений. Первой задачей такого поста

(постов) может являться рекогносцировочная оценка санитарно-гигиенической ситуации на территории, не обеспеченной адекватными натурными наблюдениями. Выбор места размещения поста наблюдения, корректировка (при должном обосновании) сети существующих постов мониторинга, формирование наиболее обоснованной по критериям риска для здоровья и в то же время реальной с позиций финансовых и трудовых затрат программы наблюдений — задачи, требующие неотложных решений и, вероятно, новых методических подходов [12, 13, 21, 22].

Поскольку данные мониторинга являются информационной базой управленческих решений в области охраны окружающей среды и здоровья населения, высокий уровень загрязнения актуализирует и задачу прогноза результативности и эффективности планируемых воздухоохраных мероприятий¹¹. При этом важнейшим аспектом такой оценки должен стать анализ достаточности программ и планов действий с позиций достижения желаемого улучшения состояния здоровья населения города [6, 12]. Комплексный план мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух г. Читы направлен на уменьшение к 2024 году выбросов на 8,75 тыс. тонн (22,61 %) и на обеспечение достижения уровней приемлемого риска для здоровья населения.

Выводы

Результаты гигиенической оценки показали, что качество атмосферного воздуха г. Читы не соответствует требованиям государственных санитарно-эпидемиологических правил и нормативов. Уровень загрязнения атмосферного воздуха в городе оценивается как очень высокий (2018 г., ИЗА = 38,2). Превышения гигиенических нормативов регистрируются и при измерении разовых концентраций, и при оценке среднесуточных и среднегодовых уровней загрязнения. Наиболее существенные нарушения отмечаются по бенз(а)пирену (до 19,1 ПДК_{сс}), взвешенным веществам (до 2,27 ПДК_{сс}, до 27,6 ПДК_{мр}), сероводороду (до 18,75 ПДК_{мр}), фенолу (до 8,5 ПДК_{мр}), углероду (5,8 ПДК_{мр}).

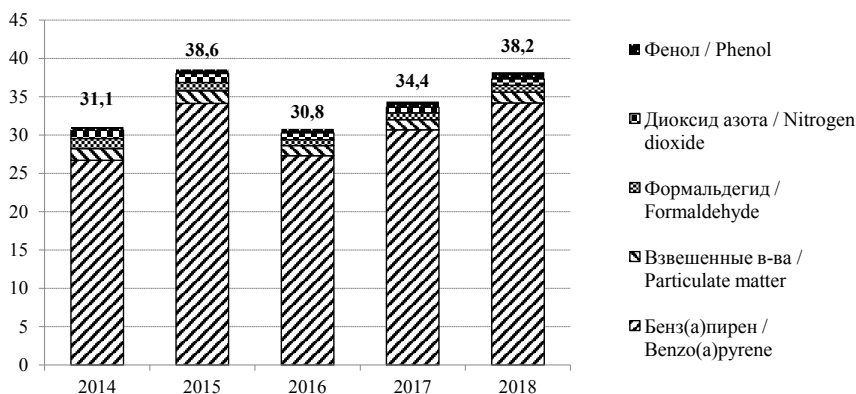


Рисунок. Динамика индекса загрязнения атмосферы (ИЗА5) в г. Чите за период 2014–2018 гг., ед.
Figure. Changes in the air quality index (AQI5) in Chita, 2014–2018 (units)

¹⁰ Вредные вещества в окружающей среде. Кислородосодержащие органические соединения: новые данные с 2004 по 2007 гг.: справочно-энциклопедическое издание. С.-Пб.: НПО «Профессионал», 2007. 404 с.

¹¹ Exposure to ambient air pollution from particulate matter for 2016. Summary of results. Geneva: World Health Organization; 2018.

Регистрируемые инструментальными методами концентрации являются факторами опасности для здоровья населения¹² [14–19, 23], существенно превышают не только ПДК, но и референтные уровни, установленные с учетом критериев допустимого риска для здоровья¹³ [20, 21].

Сеть наблюдения за качеством атмосферного воздуха в настоящее время охватывает только 77 % территории жилых массивов города.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что для реализации запланированных Комплексным планом¹⁴ мероприятий по улучшению качества атмосферного воздуха г. Читы необходимы оптимизация системы размещения точек мониторинга качества атмосферного воздуха и оценка пространственного распределения формируемых уровней экспозиции и рисков здоровью населения.

Благодарность. Выражаем признательность Лапа Светлане Эдуардовне, руководителю Управления Роспотребнадзора по Забайкальскому краю – Главному государственному санитарному врачу по Забайкальскому краю, в оказании помощи в сборе исходной информации для проведения исследований.

Информация о вкладе авторов: написание текста, редактирование – С.В. Клейн; сбор и обработка материала, написание текста, редактирование написание текста – Е.В. Попова.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы (пп. 15–24 см. References)

1. Тюкавкина Д.В. Влияние метеорологических условий на загрязнение воздушного бассейна в г. Чита в зимний период / В сборнике: XIX Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартовского государственного университета. Нижневартовск: Издательство: Нижневартовский государственный университет. 2017. С. 317–320.
2. Щербатюк А.П. Сравнительная оценка экологической безопасности воздушной среды федеральных округов Российской Федерации // Вестник Забайкальского государственного университета. 2017. Т. 23. № 9. С. 53–66.
3. Никифорова Н.А. К вопросу о динамике загрязнения воздушного бассейна центрального района г. Читы // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2005. № 10. С. 174–177.
4. 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. Т. 26. № 2. С. 237–250.
5. Николаева А.Г. Анализ качества атмосферного воздуха на территории Забайкальского края с 2006 по 2010 год как фактора экологической ситуации // Интеллектуальный потенциал XXI века: ступени познания. 2013. № 14. С. 6–9.
6. 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. С. 4–13.
7. Ракитский В.Н., Авалиани С.Л., Новиков С.М., и др. Анализ риска здоровью при воздействии атмосферных загрязнений как составная часть стратегии уменьшения глобальной эпидемии неинфекционных заболеваний // Анализ риска здоровью. 2019. № 4. С. 30–36.
8. Мажитова М.В. Медико-биологические аспекты влияния серосодержащих токсикантов // Естественные науки. 2009. № 2 (27). С. 131–137.
9. Волкодаева М.В., Левкин А.В. Использование результатов сводных расчетов для совершенствования системы мониторинга качества атмосферного воздуха в городах // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2013. № 28. С. 27–31.
10. Тасейко О.В., Сугак Е.В. Репрезентативность пунктов наблюдения при оценке качества воздуха в городской среде // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. С. 45.
11. Зайцева Н.В., Попова А.Ю., Онищенко Г.Г., Май И.В. Актуальные проблемы правовой и научно-методической поддержки обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации как стратегической государственной задачи // Гигиена и санитария. 2016. Т. 95. № 1. С. 5–9.
12. Зайцева Н.В., Май И.В., Клейн С.В. и др. 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. С. 4–17.
13. Ревич Б.А. Национальный проект «Чистый воздух» в контексте охраны здоровья населения // Экологический вестник России. 2019. № 4. С. 64–69.
14. Окс Е.И., Парамонова Е.С., Бачина А.В. и др. Выбор приоритетных загрязняющих веществ атмосферного воздуха г. Новокузнецка для контроля в рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух» // В сборнике: Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения Материалы всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием. Под редакцией А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2019. С. 24–29.

References

1. Tyukavkina DV. [The influence of meteorological conditions on air pollution in the city of Chita in winter.] In: *Proceedings of the 19th all-Russian student scientific and practical conference of Nizhnevartovsk State University*. Nizhnevartovsk: Nizhnevartovskii Gosudarstvennyi Universitet Publ., 2017. Pp. 317–320. (In Russian).
2. Scherbatyuk AP. Comparative estimation of environmental safety of air of some Russian Federation's federal districts. *Vestnik Zabaikalskogo Gosudarstvennogo Universiteta*. 2017; 23(9):53–66. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.21209/2227-9245-2017-23-9-53-66>
3. Nikiforova NA. [On the dynamics of air pollution in the Central district of Chita.] *Gornii Informatsionno-Analiticheskii Bulletin*. 2005; (10):174–177. (In Russian).
4. Klyuev NN, Yakovenko LM. “Dirty” cities in Russia: factors determining air pollution. *Vestnik Rossiiskogo Universiteta Druzhy Narodov. Seriya: Ekologiya i Bezopasnost' Zhiznedeyatel'nosti*. 2018; 26(2):237–250. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.22363/2313-2310-2018-26-2-237-250>
5. Nikolaeva AG. [Analysis of ambient air quality in the TRANS-Baikal territory in 2006–2010 as a factor of the environmental situation.] *Intellektualnii Potentsial*

¹² Air quality in Europe: 2017 report. Luxembourg: European Environment Agency; 2017.

¹³ Air quality in Europe: 2018 report. Luxembourg: European Environment Agency; 2018.

¹⁴ Комплексный план мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в г. Чите, утв. Зам. Председателя Правительства Российской Федерации 28.12.2018.

- XXI Veka: Stupeni Poznaniya.* 2013; (14):6-9. (In Russian).
6. Popova AYu, Zaitseva NV, May IV. Population health as a target function and criterion for assessing efficiency of activities performed within "pure air" federal project. *Health Risk Analysis.* 2019; (4):4-13. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.4.01>
 7. Rakitskii VN, Avaliani SL, Novikov SM, et al. Health risk analysis related to exposure to ambient air contamination as a component in the strategy aimed at reducing global non-infectious epidemics. *Health Risk Analysis.* 2019; (4):30-36. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.4.03>
 8. Mazhitova MV. [Medical and biological aspects of the influence of sulfur-containing toxicants.] *Estestvennye Nauki.* 2009; (2(27)):131-137. (In Russian).
 9. Volkodaveva MV, Levkin AV. [Using the results of summary calculations to improve the air quality monitoring system in cities.] *Uchenye Zapiski Rossiiskogo Gosudarstvennogo Gidrometeorologicheskogo Universiteta.* 2013; (28):27-31. (In Russian).
 10. Taseyko OV, Sugak EV. Representativeness of urban station for air quality monitoring. *Sovremennye Problemy Nauki i Obrazovaniya.* 2014; (6):45. (In Russian).
 11. Zaytseva NV, Popova AYu, Onishchenko GG, et al. Current problems of regulatory and scientific-medical support for the assurance of the sanitary and epidemiological welfare of population in the Russian Federation as the strategic government task. *Gigiena i Sanitariya.* 2016; 95(1):5-9. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-1-5-9>
 12. Zaitseva NV, May IV, Kleyn SV, et al. Methodical approaches to selecting observation points and programs for observation over ambient air quality within social and hygienic monitoring and "pure air" federal project. *Health Risk Analysis.* 2019; (3):4-17. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.3.01>
 13. Revich BA. National project «Clean air» in the context of public health. *Ekologicheskii Vestnik Rossii.* 2019; (4):64-69. (In Russian).
 14. Oks EI, Paramonova ES, Bachina AV, et al. [Selection of priority ambient air pollutants in Novokuznetsk for monitoring within the framework of the Federal Clean Air Project.] In: *Fundamental and applied aspects of health risk analysis: Proceedings of the all-Russian scientific and practical online conference of young scientists and specialists of Rospotrebnadzor with international participation.* Popova AYu, Zaitseva NV, editors. Perm: Permskii natsional'nyi issledovatel'skii politekhnicheskii universitet Publ., 2019. Pp. 24-29. (In Russian).
 15. Jiang L, O'Neill BC. Global urbanization projections for the Shared Socioeconomic Pathways. *Glob Environ Change.* 2017; 42:193-199. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.03.008>
 16. Sahu, LK, Yadav, R, Pal D. Source identification of VOCs at an urban site of western India: Effect of marathon events and anthropogenic emissions. *J Geophys Res Atmos.* 2016; 121(5):2416-2433. DOI: <https://doi.org/10.1002/2015JD024454>
 17. Knorr W, Dentener F, Lamarque JF, et al. Wildfire air pollution hazard during the 21st century. *Atmos Chem Phys.* 2017; 17:9223-9236. DOI: <https://doi.org/10.5194/acp-17-9223-2017>
 18. Fauser P, Ketzel M, Becker T, et al. Human exposure to carcinogens in ambient air in Denmark, Finland and Sweden. *Atmos Environ.* 2017; 167:283-297. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.08.033>
 19. Mohan M, Bhati S, Rao A. Application of air dispersion modelling for exposure assessment from particulate matter pollution in Mega City Delhi. *Asia-Pac J Chem Eng.* 2011; 6(1):85-94. DOI: <https://doi.org/10.1002/apj.468>
 20. Janssen NAH, Fischer P, Marra M, et al. Short-term effects of PM_{2.5}, PM₁₀ and PM_{2.5-10} on daily mortality in the Netherlands. *Sci Total Environ.* 2013; 463-464:20-26. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.05.062>
 21. Haikerwal A, Akram M, Monaco AD, et al. Impact of fine particulate matter (PM_{2.5}) exposure during wildfires on cardiovascular health outcomes. *J Am Heart Assoc.* 2015; 4(7):e001653. DOI: <https://doi.org/10.1161/JAHA.114.001653>
 22. Amoatey P, Omidvarborna H, Baawain MS, et al. Indoor air pollution and exposure assessment of the gulf cooperation council countries: A critical review. *Environ Int.* 2018; 121(Pt 1):491-506. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.09.043>
 23. Li R, Dong Y, Zhu Z, et al. A dynamic evaluation framework for ambient air pollution monitoring. *Appl Math Model.* 2019; 65:52-71. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apm.2018.07.052>
 24. Kerimray A, Bakdolotov A, Sarbassov Y, et al. Air pollution in Astana: analysis of recent trends and air quality monitoring system. *Materialstoday: Proceedings.* 2018; 5(11(Pt 1)):22749-22758. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.07.086>

Контактная информация:

Клейн Светлана Владиславовна, д.м.н., ведущий научный сотрудник ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения Роспотребнадзора
e-mail: kleyn@fcrisk.ru

Corresponding author:

Svetlana V. Kleyn, D.Med.Sc., Leading Researcher, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies of Rospotrebnadzor
e-mail: kleyn@fcrisk.ru

