

Читать
онлайн
Read
online

Овчинникова Е.Л.¹, Колчин А.С.¹, Крига А.С.², Плотникова О.В.¹,
Ширина Н.В.^{1,3}

Гигиенические аспекты смертности населения промышленного города

¹ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России, 644099, Омск, Россия;

²Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Омской области, 644001, Омск, Россия;

³БУЗОО «Медицинский информационно-аналитический центр», 644021, Омск, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. К целевым показателям федерального проекта «Чистый воздух» относят снижение выбросов химических загрязняющих веществ в атмосферу не менее чем на 20%. Но основной социально значимой целью остаётся улучшение медико-демографической обстановки путём снижения эколого-гигиенических рисков для здоровья населения.

Цель исследования состояла в ориентировочной оценке резервов снижения смертности населения Омска за счёт выявления наиболее неблагоприятных территорий по качеству атмосферного воздуха и определению приоритетных химических веществ, предположительно обуславливающих негативную динамику смертности.

Материалы и методы. Для оценки качества атмосферного воздуха на территории Омска использованы результаты социально-гигиенического мониторинга, экологического мониторинга Росгидромета за многолетний период (2009–2022 гг.). Проведён анализ смертности населения Омска за 2017–2022 гг., данные изучали в разрезе муниципальных округов и в динамике. В исследовании применяли статистические методы: дисперсионный анализ, корреляционный анализ, оценку относительных рисков смертности.

Результаты. Относительный риск смертности (RR) для лиц, проживающих на наиболее загрязнённых территориях города, был выше на 23–25%, чем на условии чистых территориях. Установлено наличие сильных положительных связей между уровнями фактической общей смертности и удельным весом проб атмосферного воздуха, с превышением максимальных разовых предельных концентраций ($R = 0,86; p < 0,05$); между многолетними среднегодовыми концентрациями оксида углерода и стандартизованными показателями общей смертности ($R = 0,93; p < 0,05$) и показателями смертности мужчин от всех естественных причин ($R = 0,89; p < 0,05$).

Ограничения исследования связаны с применяемыми статистическими методами.

Заключение. Результаты исследования могут стать основой для более эффективного использования управленческих решений в муниципальных округах Омска. Разработка мер первичной профилактики на уровне амбулаторно-поликлинического звена для лиц, проживающих на территориях с развитой промышленностью, имеет значение для снижения риска и получения дополнительных резервов сокращения смертности.

Ключевые слова: загрязнение атмосферного воздуха; смертность населения; федеральный проект «Чистый воздух»; Омск

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

Для цитирования: Овчинникова Е.Л., Колчин А.С., Крига А.С., Плотникова О.В., Ширина Н.В. Гигиенические аспекты смертности населения промышленного города. *Гигиена и санитария*. 2024; 103(3): 227–233. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-3-227-233> <https://elibrary.ru/hzovzt>

Для корреспонденции: Овчинникова Елена Львовна, доцент каф. ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России, 644099, Омск. E-mail: el-omsk@yandex.ru

Участие авторов: Овчинникова Е.Л. – дизайн исследования, статистическая обработка материала, написание текста; Колчин А.С. – концепция исследования, сбор материала и обработка данных, написание текста; Крига А.С. – концепция исследования; Плотникова О.В. – редактирование; Ширина Н.В. – сбор материала и обработка данных. Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 01.10.2023 / Поступила после доработки: 07.02.2024 / Принята к печати: 11.03.2024 / Опубликовано: 10.04.2024

Elena L. Ovchinnikova¹, Andrey S. Kolchin¹, Aleksander S. Kriga², Olga V. Plotnikova¹,
Natalia V. Shirinskaya^{1,3}

Hygienic aspects of mortality of the population of an industrial city

¹Omsk State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, 644099, Omsk, Russian Federation;

²Federal Service for Surveillance over Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Omsk Region office, Omsk, 644001, Russian Federation;

³State Medical Information-Analytical Centre, Omsk, 644021, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. The target indicators of the Federal Project “Clean Air” include a reduction in emissions of chemical pollutants by at least 20%. However, the main socially significant goal remains to improve the medical and demographic situation by reducing environmental and hygienic health risks.

The purpose of the study was to preliminary assess the reserves for reducing mortality in the city of Omsk by identifying the most unfavourable territories in terms of atmospheric air quality and identify priority chemicals, presumably causing negative trend in mortality.

Materials and methods. To assess the quality of atmospheric air in the city of Omsk, the results of social and hygienic monitoring, environmental monitoring of Federal Service of Russia on Hydrometeorology and Monitoring of the Environment (RosGidromet) for the multi-year period over 2009–2022 were used. An analysis of the mortality rate of the population of Omsk for 2017–2022 was carried out. The data were studied in the context of municipal districts of the city of Omsk and in dynamics. Statistical methods were used in the study: ANOVA, correlation analysis, assessment of relative mortality risks.

Results. The relative risk (RR) of mortality for persons living in the most polluted areas of the city is 23–25% higher than in conditionally clean areas. Strong positive associations have been established: between the levels of actual total mortality and the specific gravity of atmospheric air samples exceeding the maximum single limit concentrations ($R = 0.86$; $p < 0.05$); between perennial average annual carbon monoxide concentrations and standardized rates of total mortality ($R = 0.93$; $p < 0.05$) and male mortality rates from all natural causes ($R = 0.89$; $p < 0.05$).

Limitations. The study is limited to the statistical research methods used.

Conclusion. The results of the study can become the basis for more efficient use of administrative resources in municipal districts of the city. As additional reserves for reducing mortality, the development of primary prevention measures at the outpatient level is important. It is necessary to optimize methodological approaches in the health control system of the population living in risk areas with developed industry.

Keywords: ambient air pollution; mortality of the population; Federal project “Pure Air”; city of Omsk

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

For citation: Ovchinnikova E.L., Kolchin A.S., Kriga A.S., Plotnikova O.V., Shirinskaya N.V. Hygienic aspects of mortality of the population of an industrial city. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal*. 2024; 103(3): 227–233. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-3-227-233> <https://elibrary.ru/hzvzvt> (In Russ.)

For correspondence: Elena L. Ovchinnikova, MD, PhD, Associate professor, Omsk State Medical University, Omsk, 644099, Russian Federation. E-mail: el-omsk@yandex.ru

Contribution: Ovchinnikova E.L. – design of the study, statistical processing of material, writing text; Kolchin A.S. – concept of the study, collection and processing of material; writing text; Kriga A.S. – concept of the study; Plotnikova O.V. – editing; Shirinskaya N.V. – collection and processing of material. 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.

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: October 1, 2023 / Revised: February 7, 2024 / Accepted: March 11, 2024 / Published: April 10, 2024

Введение

С 2019 г. в Омске проводится эксперимент по квотированию вредных выбросов в атмосферный воздух¹ в рамках федерального проекта «Чистый воздух»². Согласно поручению Президента Российской Федерации, эксперимент был продлён до 31 декабря 2026 г.³ Омск – крупный промышленный город Западной Сибири с численностью населения более одного миллиона и сложившейся исторически высокой степенью концентрации на городской территории предприятий химической и нефтехимической промышленности, металлургии, машиностроения, производства электрооборудования, пищевой промышленности. К началу реализации федерального проекта город занимал девятую позицию в ранжированном перечне городов Российской Федерации по показателю «объёмы выбросов в атмосферу загрязняющих веществ (ЗВ) от стационарных источников»⁴.

К целевым показателям проекта относят снижение выбросов загрязняющих веществ не менее чем на 20%. Но основной целью, хотя не обозначенной прямо в проекте, остаётся улучшение популяционного здоровья на территории эксперимента за счёт снижения эколого-гигиенических рисков. Кураторами федерального проекта были уточнены механизмы достижения целей: ключевым фактором, заложённым в целевой показатель проекта, является опасность веществ с точки зрения влияния на здоровье человека⁵. Поставлена задача не только снизить валовой выброс, но и обеспечить движение в сторону улучшения медико-демографических показателей территории [1]. Национальные стратегические цели в области общественного здоровья и санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации в значительной степени ориентируются на снижение смертности, что важно при обосновании мер управления риском [2].

¹ Федеральный закон от 26 июля 2019 г. № 195-ФЗ «О проведении эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части снижения загрязнения атмосферного воздуха».

² Паспорт Федерального проекта «Чистый воздух» (приложение к протоколу заседания проектного комитета по национальному проекту «Экология» от 21 декабря 2018 г. № 3).

³ Федеральный закон от 26 марта 2022 г. № 71-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

⁴ Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году». М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2018.

⁵ Из выступления В.В. Абрамченко на совместном заседании Государственного Совета и Совета при Президенте по стратегическому развитию и национальным проектам от 23 декабря 2020 года, Ново-Огарёво.

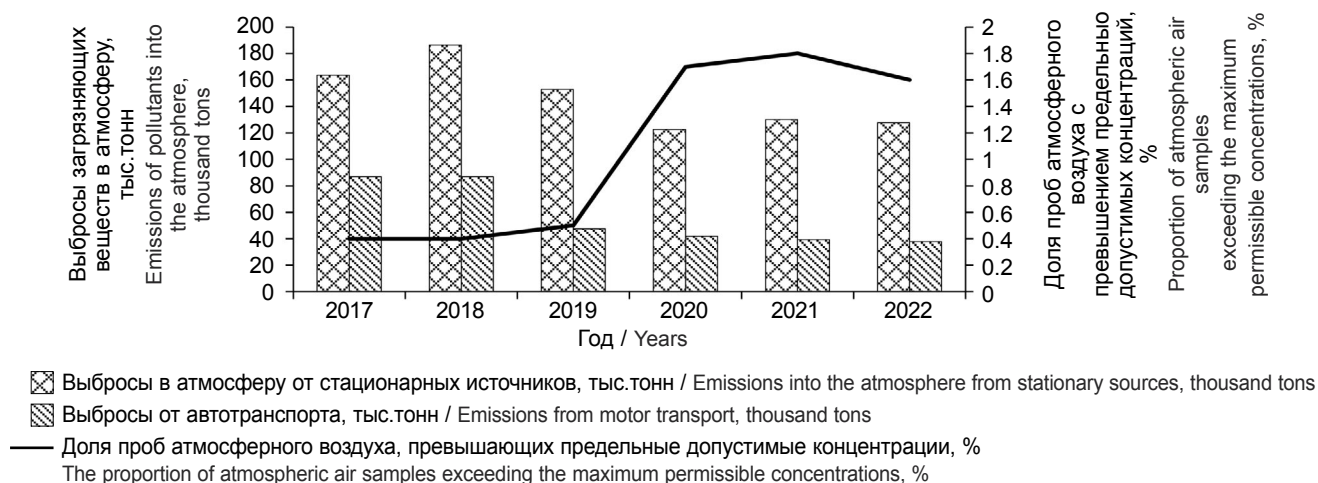
Цель исследования состояла в ориентировочной оценке резервов снижения смертности населения Омска за счёт выявления наиболее неблагополучных территорий по качеству атмосферного воздуха и определения приоритетных химических веществ, обуславливающих негативную динамику смертности.

Материалы и методы

Для оценки качества атмосферного воздуха на территории Омска использованы результаты социально-гигиенического мониторинга и национальной экологической системы наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха за многолетний период (2009–2022 гг.). Экологический мониторинг загрязнения окружающей среды Омска осуществляет Росгидромет на 9 стационарных постах наблюдения. Пробы воздуха отбирают по полной программе и исследуют по 32 показателям. Авторами изучены среднегодовые концентрации загрязняющих химических веществ, которые отбирали на всех стационарных постах по полной программе наблюдений за весь многолетний период (13 веществ). Для оценки уровней общей и младенческой смертности использованы данные территориального органа Росстата за период 2017–2022 гг. Особенности территориального распределения многолетних данных о загрязнении атмосферного воздуха и смертности населения проводили в разрезе пяти административных округов Омска. Каждый округ характеризовался эколого-гигиеническими особенностями, связанными с различной химической нагрузкой на население, видами промышленного производства, расположением относительно розы ветров. В каждом из округов размещено в среднем по два стационарных поста наблюдения Росгидромета. Оценку различий показателей между территориальными образованиями и выявление зависимостей «среда – смертность» проводили статистическими методами с использованием дисперсионного анализа, критерия Стьюдента, доверительных интервалов показателей при нормальном распределении данных и критерия Манна – Уитни – при асимметричном, корреляционного анализа показателей, оценки относительных рисков смертности (RR). Расчёты проводили в Excel 2013 с помощью надстройки «Пакет анализа». Для динамической оценки эколого-гигиенической и медико-демографической ситуации Федеральным проектом в качестве базового установлен 2017 г.

Результаты

За время реализации мероприятий федерального проекта в Омске с 2019 г. наблюдалось снижение объёмов выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферный воздух



Сравнительная динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу Омска (не уловленные, тыс. т/год) и удельного веса проб атмосферного воздуха с превышением гигиенических нормативов (по данным проведённых органами и организациями Роспотребнадзора маршрутных и подфакельных лабораторных исследований в зоне влияния промышленных предприятий) в 2017–2022 гг.

Comparative trend in emissions of pollutants into the atmosphere of Omsk, elusive, (thousand tons/year) and the specific weight of atmospheric air samples exceeding hygienic standards (according to route and underflare laboratory studies in the zone of influence of industrial enterprises conducted by Rosпотребнадзор bodies and institutions) in 2017–2022.

как от стационарных источников, так и от автотранспорта. К 2022 г. (по отношению к 2017 г.) общее снижение выбросов составило 51,3%, в том числе от стационарных источников – 28,1%. При этом доля проб атмосферного воздуха, отобранных на маршрутных и подфакельных постах в зоне влияния промышленных предприятий и превышающих предельно допустимые концентрации (ПДК), увеличилась, в четыре раза (см. рисунок).

Превышение предельно допустимых среднегодовых концентраций на протяжении четырнадцатилетнего периода наблюдения на большинстве стационарных постов Росгидромета и в целом по Омску было характерно для формальдегида (до четырёх раз) и бенз(а)пирена (до двух раз). С началом реализации мероприятий федерального проекта перестали регистрироваться кратные превышения предельных среднегодовых концентраций по взвешенным веществам, диоксиду азота, бензолу, углероду (чёрный пигмент), но одновременно возросло число случаев превышения среднегодовых концентраций хлорида водорода (с 2019 по 2021 г.). Индекс загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА) постепенно снижался с высокого (8–11) в 2009 г. до низкого в 2015 г. и на протяжении всего периода реализации проекта сохранялся в этих пределах, за исключением повышения в 2021 г. Авторами проведена оценка многолетних среднегодовых концентраций загрязняющих веществ по постам наблюдения и административным округам Омска (табл. 1).

Среднегодовые концентрации большинства monitored веществ имели максимальные и минимальные значения в зависимости от дислокации поста. Превышения максимальных концентраций над минимальными составляли (с разной степенью достоверности) от 1,24 до 3,48 раза для изучаемых загрязняющих веществ. Наибольшие достоверные различия (в два раза и более) характерны для углерода (чёрный пигмент), формальдегида, диоксида серы, диоксида азота, в несколько меньшей степени – для оксида углерода, бенз(а)пирена, взвешенных веществ. Не установлена достоверность отличий средних концентраций для бензола, хлорида водорода и сероводорода, что свидетельствует об относительно равномерном их распространении на территории города. Самые низкие среднегодовые концентрации большинства ЗВ регистрировались в Кировском округе (КАО) на протяжении всего периода наблюдений («спальный» район города на левом берегу реки Иртыш, размещён аэро-

порт, небольшая производственная зона, представленная преимущественно пищевым производством). Самые высокие концентрации чаще всего наблюдались в Центральном (ЦАО) и Октябрьском округах (ОАО), которые находятся в зоне влияния промышленных предприятий машиностроительной, металлообрабатывающей отраслей, топливно-энергетического комплекса, шинного производства и производства технического углерода, автономных источников теплоснабжения и имеют повышенную плотность автодорог и интенсивное автомобильное движение. В Советском округе (САО) выражено влияние крупного промышленного узла, в который входят предприятия нефтеперерабатывающей и химической промышленности. В перечисленных выше округах чаще всего регистрировались превышения предельных среднегодовых концентраций ЗВ: в ЦАО отмечено преимущественное влияние диоксида азота, оксида углерода, сернистых веществ; в САО – взвешенных веществ, бенз(а)пирена, фенола, формальдегида; в ОАО – формальдегида, сажи, а также, в меньшей степени, оксида углерода, фенола и взвешенных веществ. Двухфакторный дисперсионный анализ среднегодовых концентраций различных химических веществ в разрезе административных округов выявил невысокое, но, как правило, достоверное влияние территориального фактора для большинства ЗВ: от 2,9% у бензола до 35,9% у взвешенных веществ. Заметное влияние временного признака на изменчивость показателей среднегодовых концентраций характерно для большинства ЗВ, кроме формальдегида и оксида азота. Проведён анализ среднегодовых фактических и стандартизованных показателей общей смертности населения Омска (коэффициентов смертности на 1000 человек) в разрезе административных округов за период 2017–2022 гг. (табл. 2).

Анализ средних многолетних показателей общей смертности показал, что высокие уровни фактической смертности регистрируются в Октябрьском, Ленинском и Центральном округах. Самый низкий уровень фактической смертности, в том числе от естественных причин, регистрируется в Кировском округе ($p < 0,001$). Стандартизация показателей смертности по возрасту подтвердила высокий уровень смертности в Центральном и Октябрьском округах и определила более низкий по сравнению с фактическими показателями уровень смертности в Советском округе ($p < 0,001$). Двухфакторный дисперсионный анализ стандартизованной общей

Таблица 1 / Table 1

Уровни среднесуточных среднесуточных концентраций химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, в разрезе стационарных постов и административных округов на территории Омска в 2009–2022 гг.

The level of long-term average annual concentrations of chemicals polluting the atmospheric air in the context of stationary posts and administrative districts on the territory of Omsk for the period 2009–2022

Загрязняющие вещества (ЗВ) Pollutants	Уровни среднесуточных (среднегодовых) концентраций ЗВ (мг/м ³) The levels of average long-term (average annual) concentrations pollutants (mg/m ³)	Номер стационарного поста (краткое название административного округа)* Stationary post number (short name of the administrative district)*	Оценка достоверности различий показателей Assessment of the reliability of differences in indicators				Превышение значений концентраций, макс/мин (разы) Exceeding the concentration values, max/min (times)	
			ошибка средних показателей indices average error SE	доверительный интервал (95%-й ДИ) confidence interval (CI 95%)	t-критерий Стьюдента Student's t-test t _{fact} (> <) t _{critical}	p		
Аммиак (азота гидрид) (NH ₃) Ammonia	макс / max	0.0178	5 (CAO)	± 0.0018	0.0142 : 0.0215	4.3 > 3.9	< 0.0001	2.17
	мин / min	0.0082	1 (КАО)	± 0.0013	0.0055 : 0.0109			
Азота диоксид (NO ₂) Nitrogen Dioxide	макс / max	0.03	2 (ЦАО)	± 0.0036	0.023 : 0.038	3.9 > 3.7	< 0.0001	1.87
	мин / min	0.016	29 (КАО)	± 0.0011	0.013 : 0.018			
Азот (II) оксид (NO) Nitrogen Oxide	макс / max	0.024	26 (CAO)	± 0.0038	0.016 : 0.031	2.5 > 2.1	< 0.05	1.71
	мин / min	0.014	1 (КАО)	± 0.0012	0.011 : 0.016			
Взвешенные вещества Total Suspended Particulates (TSP)	макс / max	0.088	26 (CAO)	± 0.007	0.075 : 0.102	5.9 > 3.7	< 0.0001	2.04
	мин / min	0.043	29 (КАО)	± 0.003	0.036 : 0.049			
Бенз(а)пирен (C ₂₀ H ₁₂) Benzo(a)pyrene	макс / max	1.53•10 ⁻⁶	26 (CAO)	± 0.15•10 ⁻⁶	1.24•10 ⁻⁶ : 1.83•10 ⁻⁶	4.4 > 3.7	< 0.0001	2.59
	мин / min	0.59•10 ⁻⁶	29 (КАО)	± 0.15•10 ⁻⁶	0.28•10 ⁻⁶ : 0.9•10 ⁻⁶			
Бензол (C ₆ H ₆) Benzene	макс / max	0.0082	2 (ЦАО)	± 0.0010	0.0062 : 0.0103	2.1 < 2.2	> 0.05	1.49
	мин / min	0.0055	1 (КАО)	± 0.0008	0.0040 : 0.0070			
Гидрохлорид (СН) Hydrogen Chloride	макс / max	0.0175	27 (ЛАО)	± 0.0016	0,0143 : 0,0207	1.6 < 2.1	> 0.05	1.24
	мин / min	0.0141	7 (ОАО)	± 0.0014	0,0112 : 0,0170			
Гидроксibenзол (фенол) (C ₆ H ₆ O) Phenol	макс / max	0.00102	26 (CAO)	± 0.000005	0.0009 : 0.0011	4.2 > 3.7	< 0.0001	1.58
	мин / min	0.00066	2 (ЦАО)	± 0.000007	0.0005 : 0.0008			
Дигидросульфид (сероводород) (H ₂ S) Hydrogen Sulfide	макс / max	0.00056	28 (ОАО)	± 0.0001	0.0003 : 0.0008	1.6 < 2.1	> 0.05	1.69
	мин / min	0.00033	29 (КАО)	± 0.00007	0.0002 : 0.0005			
Серы диоксид (O ₂ S) Sulfur dioxide	макс / max	0.003	27 (ЛАО)	± 0.0002	0.0020 : 0.0028	8.9 > 3.7	< 0.0001	2.00
	мин / min	0.001	29 (КАО)	± 0.0001	0.0007 : 0.0012			
Формальдегид (CH ₂ O) Formaldehyde	макс / max	0.0115	28 (ОАО)	± 0.0027	0.0060 : 0.0169	39.6 > 3.7	< 0.0001	2.40
	мин / min	0.0048	29 (КАО)	± 0.0005	0.0038 : 0.0057			
Углерод (пигмент чёрный) (С) Carbon Black	макс / max	0.016	28 (ОАО)	± 0.0028	0.0103 : 0.0217	4.0 > 3.7	< 0.0001	3.48
	мин / min	0.0046	2 (ЦАО)	± 0.0005	0.0037 : 0.0055			
Углерода оксид (СО) Carbon Monoxide	макс / max	1.69	7 (ОАО)	± 0.192	1.31 : 2.08	3.4 > 2.8	< 0.001	1.99
	мин / min	0.85	5 (CAO)	± 0.159	0.54 : 1.17			

Примечание. Здесь и в табл. 2, 3: * CAO – Советский административный округ; КАО – Кировский административный округ; ЦАО – Центральный административный округ; ОАО – Октябрьский административный округ; ЛАО – Ленинский административный округ.

Note: * CAO – Sovetsky administrative district; KAO – Kirovsky administrative district; ЦАО – Central Administrative District; ОАО – Oktyabrsky administrative district; ЛАО – Leninsky administrative district.

смертности показал влияние временного и территориального факторов ($p < 0,05$). При этом влияние территориального фактора (административные округа) выразилось как слабое (3,05%; $p < 0,01$). Влияние территории на формирование показателей младенческой смертности также было невысоким, но достоверным (2,3%; $p < 0,05$). Расчёт относительных рисков (RR) смертности всего населения от естественных причин для административных территорий города (по сравнению с наиболее чистой территорией Кировского округа) выявил высокие риски в Октябрьском 1,25 (95% CI 1,160–1,282), Центральном 1,23 (95% CI 1,151–1,259) и

Ленинском 1,25 (95% CI 1,164–1,281) округах; несколько меньший риск отмечен в Советском округе 1,109 (95% CI 1,047–1,160). Корреляционный анализ связи динамических рядов эколого-гигиенических показателей и показателей смертности установил наличие сильных положительных связей между уровнями фактической общей смертности и удельным весом проб атмосферного воздуха с превышением максимальных разовых ПДК ($R = 0,86$; $p < 0,05$) и индексом загрязнения атмосферного воздуха ($R = 0,80$; $p < 0,05$). Статистический анализ территориальных зависимостей между средними многолетними концентрациями загрязняющих

Таблица 2 / Table 2

Средние многолетние показатели смертности населения Омска по административным округам (коэффициенты смертности на 1000 человек), 2017–2022 гг.

Average long-term mortality rates of the population of Omsk by administrative districts (mortality rates, per 1000 population), 2017–2022

Административные округа Омска Administrative districts of Omsk	Фактические показатели (на 1000 человек) Actual indices (per 1000)	Ошибка средних показателей Standard error SE	Доверительный интервал (99%-й ДИ) Confidence interval (CI 99%)	Стандартизованные показатели (на 1000 человек) Standardized indicators (per 1000)	Ошибка средних показателей Standard error SE	Доверительный интервал (99%-й ДИ) Confidence interval (CI 99%)
КАО	10.80	± 0.20	10.19–11.41	7.76	± 0.018	7.71–7.81
ЛАО	12.93	± 0.25	12.18–13.68	7.75	± 0.020	7.69–7.81
ОАО	12.93	± 0.28	12.10–13.76	7.98	± 0.022	7.91–8.05
САО	11.76	± 0.21	11.12–12.39	7.60	± 0.017	7.55–7.65
ЦАО	12.36	± 0.22	12.20–13.50	8.13	± 0.017	8.08–8.18

Таблица 3 / Table 3

Оценка достоверности различий средних многолетних концентраций оксида углерода в атмосферном воздухе (2009–2022 гг.) и показателей смертности мужчин от естественных причин (2017–2022 гг.) (на 1000 мужского населения)

Assessment of the validity of differences between average long-term concentrations of carbon monoxide in the atmospheric air (2009–2022) and mortality rates in males from natural causes (2017–2022) (per 1000 male population)

Административные округа Омска Administrative districts of Omsk	Средние многолетние концентрации оксида углерода в атмосферном воздухе, мг/м ³ Average long-term concentrations of carbon monoxide in atmospheric air, mg/m ³	Смертность мужчин от всех естественных причин (на 1000 мужского населения) Mortality rates in males from natural causes (per 1000 male population)
КАО (мин / min)	1.05 (0.84; 1.27)	$t_{\text{факт}} (2.2) > t_{\text{критический}} (2.1)$ 9.33 (8.78; 9.89)
ОАО (макс / max)	1.36 (1.08; 1.64)	$p < 0.05$ 11.09 (10.37; 11.65) $t_{\text{факт}} (5.2) > t_{\text{критический}} (4.6)$ $p < 0.001$

веществ и показателями смертности по административным округам города указал на наличие положительных связей для большинства исследуемых мониторируемых веществ (диоксид азота, взвешенные вещества, бенз(а)пирен, фенол, диоксид серы, формальдегид, углерод, оксид углерода). Сильные положительные и достоверные связи установлены в отношении оксида углерода и стандартизованных показателей общей смертности ($R = 0,93$; $p < 0,05$), оксида углерода и смертности мужчин от всех естественных причин ($R = 0,89$; $p < 0,05$). Минимальные (Кировский округ) и максимальные (Октябрьский округ) значения многолетних среднегодовых концентраций оксида углерода и показателей смертности мужчин от естественных причин территориально совпадают; оценка их различий является значимой и указывает на наличие объективных факторов влияния (табл. 3).

Обсуждение

Значительное снижение выбросов ЗВ в атмосферный воздух пока не привело к адекватному снижению сверхнормативного загрязнения, а по некоторым специфическим веществам (хлорид водорода, бенз(а)пирен) этот показатель увеличился. Гигиеническая оценка распределения уровней средних многолетних концентраций ЗВ на территории города позволила определить условно чистые и загрязнённые территории и соотнести их с медико-демографической ситуацией. Анализ уровней общей смертности по административным территориям города, в том числе с использованием по возрастной стандартизации показателей смертности, показал сходные с эколого-гигиеническими показателями качества атмосферного воздуха тенденции и зависимости. Риск смертности от эколого-гигиенических факторов окружающей среды является важным критерием оценки общественного здоровья [3]. По данным некоторых зарубежных авторов, относительный риск смертности в наиболее загрязнённых городах в сравнении с наименее загрязнёнными составляет 1,26 (95% CI 1,08–1,47) [4, 5], что сопоставимо с данными, полученными в наших исследованиях. Риск

смертности для лиц, проживающих на наиболее загрязнённых территориях города (Октябрьский, Центральный округа), выше на 23–25% по сравнению с условно чистыми территориями (Кировский округ), хотя, по данным дисперсионного анализа, влияние территориального фактора на общую смертность не превышает 3,05%.

Чаще всего в научной литературе среди химических веществ, оказывающих влияние на уровни смертности, указывают мелкодисперсные взвешенные вещества, диоксид азота, углерод (чёрный пигмент), озон, диоксид серы [6–12]. Установленная нами корреляционная связь оксида углерода с общими показателями смертности населения и, в первую очередь с показателями смертности мужчин от естественных причин, находит подтверждение в результатах научных исследований других авторов [13–15]. Так, на сильную положительную связь между содержанием оксида углерода в атмосферном воздухе и уровнем общей смертности населения ($r = 0,80$) указывают Бактыбаева З.Б. с соавт. [16]. Также получены данные, свидетельствующие о влиянии загрязнения воздушного бассейна окисью углерода на увеличение распространённости патологии сердечно-сосудистой системы [17–19]. Онищенко Г.Г. и соавт. отмечают, что воздействие оксида углерода проявляется в увеличении числа случаев госпитализации по поводу болезней сердца у лиц старше 65 лет [20]. Оксид углерода внесён в перечень контролируемых ЗВ в целях реализации Комплексного плана мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух Омска⁶.

Вклад загрязнения атмосферного воздуха в общую смертность на территории Российской Федерации, по разным оценкам, может находиться в диапазоне от 4 до 19% [20]. Эффективное снижение смертности населения возможно лишь при условии применения системных межведомствен-

⁶ Комплексный план мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в г. Омске, утв. зам. Председателя Правительства Российской Федерации В.В. Абрамченко от 06.10.2022 г., № 11683п-П11.

ных профилактических мер. Однако если на популяционном уровне такая система хорошо разработана, то в области индивидуальной профилактики воздействия вредных факторов окружающей среды, влияющих на развитие тяжёлых форм хронических неинфекционных болезней (ХНИБ) с преждевременным летальным исходом, далеко не все задачи решены. Специалисты отмечают, что прогресс в профилактике или лечении хронических неинфекционных болезней остаётся довольно слабым [21]. С другой стороны, есть и опыт разработки комплексных гигиенических моделей профилактики и лечебно-оздоровительных мероприятий, направленных не только на улучшение качества среды обитания, но и на оптимизацию методических подходов в системе амбулаторно-поликлинического контроля здоровья населения, проживающего на территориях с развитой промышленностью [22]. В этом направлении мы предполагаем наличие дополнительных резервов для сокращения смертности от вредных факторов окружающей среды. Эколого-гигиенический и медико-демографический анализ в разрезе муниципальных территорий может стать основой более эффективного применения управленческих решений в округах города. К полномочиям и основным задачам окружных администраций относятся участие в комплексном социально-экономическом развитии города и организация мероприятий по охране окружающей среды, благоустройству и озеленению территории округа.

Заключение

1. По данным многолетних исследований по эколого-гигиеническим показателям качества атмосферного воздуха в пределах границ Омска установлены условно чистые тер-

ритории (Кировский округ) и загрязнённые (Октябрьский, Центральный, Советский).

2. Риск смертности для лиц, проживающих на наиболее загрязнённых территориях города (Октябрьский, Центральный округа), выше на 23–25%, чем на условно чистых территориях (Кировский округ).

3. В результате корреляционного анализа связи динамических рядов между эколого-гигиеническими показателями и показателями смертности установлено наличие сильных положительных связей уровней фактической общей смертности населения и удельного веса проб атмосферного воздуха с превышением максимальных разовых ПДК ($R = 0,86; p < 0,05$).

4. Установлены положительные и достоверные территориально распределённые связи между многолетними концентрациями оксида углерода и стандартизованными показателями общей смертности ($R = 0,93; p < 0,05$) и показателями смертности мужчин от всех естественных причин ($R = 0,89; p < 0,05$).

5. В период реализации федерального проекта «Чистый воздух» регистрировались превышения среднегодовых концентраций формальдегида, хлорида водорода, бенз(а)пирена, что свидетельствует о наличии рисков для здоровья населения при воздействии указанных веществ.

6. Результаты исследования могут стать основой для более эффективного применения управленческих решений в муниципальных округах Омска. Дополнительным резервом сокращения смертности является разработка мер первичной профилактики на уровне амбулаторно-поликлинического звена, оптимизация методических подходов в системе контроля здоровья населения, проживающего на территориях риска с развитой промышленностью.

Литература

(п.п. 4–7, 9, 10, 15, 17, 21 см. References)

1. 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>
2. Ревич Б.А., Харьковская Т.Л., Кваша Е.А. Некоторые показатели здоровья жителей городов федерального проекта «Чистый воздух». *Анализ риска здоровью*. 2020; (2): 16–27. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2020.2.02> <https://elibrary.ru/vkgtjq>
3. Ломов О.П. Риск здоровью и смертности как критерий оценки общественного здоровья. *Профилактическая и клиническая медицина*. 2018; (2): 35–40. <https://elibrary.ru/bkiack>
4. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., ред. *Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития: монография*. М.: 2014. <https://elibrary.ru/udtylr>
5. Тростянский С.Н., Федянин В.И., Квашнина Г.А., Шмырева М.Б. Статистический анализ общей заболеваемости населения злокачественными новообразованиями, зависимости от концентрации атмосферных примесей, а также заболеваемости и смертности населения от рака легких. *Техносферная безопасность*. 2022; (4): 148–52. <https://elibrary.ru/puhdzf>
6. Томских Э.С. Зависимость смертности трудоспособного населения от краткосрочного загрязнения атмосферного воздуха. В кн.: «Современные проблемы экологии и здоровья населения». *Материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 60-летию образования Восточно-Сибирского института медико-экологических исследований и IV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых*. Иркутск; 2021: 97–100. <https://elibrary.ru/luczku>
7. Носов А.Е., Байдина А.С., Устинова О.Ю. Аэрополлютанты как факторы риска развития кардиометаболической патологии: аналитический обзор. *Анализ риска здоровью*. 2021; (4): 181–94. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2021.4.20> <https://elibrary.ru/bcesqt>
8. Голиков Р.А., Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Штайгер В.А. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье населения (обзор литературы). *Научное обозрение. Медицинские науки*. 2017; (5): 20–31. <https://elibrary.ru/zcrukz>
9. Бактыбаева З.Б., Сулейманов Р.А., Валеев Т.К., Рахматулин Н.Р., Степанов Е.Г., Давлетнуров Н.Х. Оценка влияния промышленных выбросов на показатели здоровья населения в Уфимско-Благовещенской промышленной зоне. *Медицина труда и экология человека*. 2022; (3): 156–9. <https://doi.org/10.24412/2411-3794-2022-10317> <https://elibrary.ru/zyilfz>
10. Шур П.З., Хасанова А.А., Цинкер М.Ю., Зайцева Н.В. Методические подходы к оценке риска здоровью населения в условиях сочетанного воздействия климатических факторов и обусловленного ими химического загрязнения атмосферы. *Анализ риска здоровью*. 2023; (2): 58–68. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2023.2.05> <https://elibrary.ru/ebqchy>
11. Кирьянов Д.А., Камалтдинов М.Р., Цинкер М.Ю., Бабина С.В., Клейн С.В., Андришунас А.М. Параметризация зависимостей между факторами риска и здоровьем населения при хроническом воздействии комплексного загрязнения атмосферного воздуха. *Анализ риска здоровью*. 2022; (4): 33–44. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2022.4.03>
12. Онищенко Г.Г., ред. *Гигиеническая индикация последствий для здоровья при внешнесредовой экспозиции химических факторов*. Пермь: Книжный формат; 2011. <https://elibrary.ru/qmanjj>
13. Яцына И.В., Синева Е.Л., Тулакин А.В., Жадан И.Ю., Преображенская Е.А., Саранча Е.О. Здоровье детей промышленно-развитого региона. *Гигиена и санитария*. 2015; 94(5): 39–44. <https://elibrary.ru/uduvir>

References

1. Popova A.Yu., Zaytseva N.V., May 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/ohxxbj>
2. Revich B.A., Khar'kova T.L., Kvasha E.A. Selected health parameters of people living in cities included into «Pure air» federal project. *Analiz riska zdorov'yu*. 2020; (2): 16–27. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2020.2.02> <https://elibrary.ru/xrppnb>
3. Lomov O.P. Health and mortality risk as an assessment criteria of public health. *Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina*. 2018; (2): 35–40. <https://elibrary.ru/bkiack> (in Russian)
4. Zipes D.P., Libby P., Bonow R.O., Mann D.L., Tomaselli G.F. *Braunwald's Heart Disease: A Textbook of Cardiovascular Medicine*. Elsevier; 2018.
5. Cohen A.J., Brauer M., Burnett R., Anderson H.R., Frostad J., Estep K., et al. Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global

Original article

- Burden of Diseases Study 2015. *Lancet*. 2017; 389(10082): 1907–18. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(17\)30505-6](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(17)30505-6)
6. Rodopoulou S., Stafoggia M., Chen J., de Hoogh K., Bauwelinck M., Mehta A.J., et al. Long-term exposure to fine particle elemental components and mortality in Europe: Results from six European administrative cohorts within the ELAPSE project. *Sci. Total Environ.* 2022; 809: 152205. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152205>
 7. Jung K.H., Goodwin K.E., Perzanowski M.S., Chillrud S.N., Perera F.P., Miller R.L., et al. Personal exposure to black carbon at school and levels of fractional exhaled nitric oxide in New York City. *Environ. Health Perspect.* 2021; 129(9): 97005. <https://doi.org/10.1289/ehp8985>
 8. Onishchenko G.G., Zaytseva N.V., eds. *Health Risk Analysis in the Strategy of State Socio-Economic Development [Analiz riska zdorov'yu v strategii gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya]*. Moscow; 2014. (in Russian)
 9. Chung C.Y., Yang J., Xiaogang Y., He J. A novel mathematical model for estimating the relative risk of mortality attributable to the combined effect of ambient fine particulate matter (PM_{2.5}) and cold ambient temperature. *Sci. Total Environ.* 2022; 858(Pt. 1): 159634. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159634>
 10. Stafoggia M., Oftedal B., Chen J., Rodopoulou S., Renzi M., Atkinson R.W. Long-term exposure to low ambient air pollution concentrations and mortality among 28 million people: results from seven large European cohorts within the ELAPSE project. *Lancet Planet Health.* 2022; 6(1): e9–18. [https://doi.org/10.1016/s2542-5196\(21\)00277-1](https://doi.org/10.1016/s2542-5196(21)00277-1)
 11. Trostyanskiy S.N., Fedyanin V.I., Kvashnina G.A., Shmyreva M.B. Statistical analysis of general incidence population with malignant neoplasms, dependences on the concentration of atmospheric purpose, as well as morbidity and mortality of the population for lung cancer. *Tekhnosfernaya bezopasnost'*. 2022; (4): 148–52. <https://elibrary.ru/puhdzf> (in Russian)
 12. Tomskikh E.S. Dependence of the mortality of the working-age population on short-term air pollution. In: *Modern Problems of Ecology and Public Health. Materials of the All-Russian Conference with International Participation Dedicated to the 60th Anniversary of the Formation of the East Siberian Institute of Medical and Environmental Research and the IV All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists [«Sovremennyye problemy ekologii i zdorov'ya naseleniya». Materialy Vserossiyskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoy 60-letiyu obrazovaniya Vostochno-Sibirskogo instituta mediko-ekologicheskikh issledovaniy i IV Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii molodykh uchenykh]*. Irkutsk; 2021: 97–100. <https://elibrary.ru/lczukv> (in Russian)
 13. Nosov A.E., Baydina A.S., Ustinova O.Yu. Aerogenic pollutants as risk factors causing development of cardio-metabolic pathology (review). *Analiz riska zdorov'yu*. 2021; (4): 178–90. <https://elibrary.ru/njyvor>
 14. Golikov R.A., Surzhikov D.V., Kislitsyna V.V., Shtayger V.A. Influence of environmental pollution to the health of the population (review of literature). *Nauchnoe obozrenie. Meditsinskie nauki*. 2017; (5): 20–31. <https://elibrary.ru/zcrucz> (in Russian)
 15. Chen K., Breitter S., Wolf K., Stafoggia M., Sera F., Vicedo-Cabrera A.M., et al. Ambient carbon monoxide and daily mortality: a global time-series study in 337 cities. *Lancet Planet Health.* 2021; 5(4): e191–9. [https://doi.org/10.1016/s2542-5196\(21\)00026-7](https://doi.org/10.1016/s2542-5196(21)00026-7)
 16. Baktybaeva Z.B., Suleymanov R.A., Valeev T.K., Rakhmatulin N.R., Stepanov E.G., Davletnurov N.Kh. Assessment of the impact of industrial emissions on the health indicators of the Ufimsko-Blagoveschensky industrial zone population. *Meditsina truda i ekologiya cheloveka*. 2022; (3): 156–9. <https://doi.org/10.24412/2411-3794-2022-10317> <https://elibrary.ru/zyilfz> (in Russian)
 17. Taheri M., Nouri F., Ziaddini M., Rabiei K., Pourmoghaddas A., Shariful Islam S.M., et al. Ambient carbon monoxide and cardiovascular-related hospital admissions: A time-series analysis. *Front. Physiol.* 2023; 14: 1126977. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1126977>
 18. Shur P.Z., Khasanova A.A., Tsinker M.Yu., Zaytseva N.V. Methodical approaches to assessing public health risks under combined exposure to climatic factors and chemical air pollution caused by them. *Analiz riska zdorov'yu*. 2023; (2): 58–68. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2023.2.05.eng> <https://elibrary.ru/qpkujk>
 19. Kiryanov D.A., Kamaltdinov M.R., Tsinker M.Yu., Babina S.V., Kleyn S.V., Andrihunas A.M. Parameterization of relationships between risk factors and public health under chronic exposure to complex ambient air pollution. *Analiz riska zdorov'yu*. 2022; (4): 33–44. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2022.4.03.eng> <https://elibrary.ru/dwetml>
 20. Onishchenko G.G., eds. *Identification of Health Effects Caused by Environmental Chemical Exposure [Gigienicheskaya indikatsiya posledstviy dlya zdorov'ya pri vneshnesredovoy ekspozitsii khimicheskikh faktorov]*. Perm': Knizhnyy format; 2011. <https://elibrary.ru/qmanij> (in Russian)
 21. Chernyavskiy V., Wenzel H., Mikhailova J., Ivanova A., Zemlyanova E., Bjezovic-Mikanovic V., et al. Can Russia's high mortality return until 2030 to trajectory of the 1980-ies and reach the SDGs evenly across the country? *South East. Eur. J. Public Health.* 2020; 15: 1–12. <https://doi.org/10.56801/seejph.vi.174> <https://elibrary.ru/mrhtec>
 22. Yatsyna I.V., Sineva E.L., Tulakin A.V., Zhadan I.Yu., Preobrazhenskaya E.A., Sarancha E.O. The health of children in the industrialized region. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2015; 94(5): 39–44. <https://elibrary.ru/uduvir> (in Russian)

Информация об авторах:

Овчинникова Елена Львовна – канд. мед. наук, доцент ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России, 644099, Омск Россия. E-mail: el-omsk@yandex.ru

Колчин Андрей Сергеевич – канд. мед. наук, доцент ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России, 644099, Омск, Россия. E-mail: kandsmed@yandex.ru

Крига Александр Сергеевич – канд. мед. наук, руководитель Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Омской области, 644001, Омск, Россия. E-mail: rpn@55.rospotrebnadzor.ru

Плотникова Ольга Владимировна – доктор мед. наук, доцент, зав. каф. ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России, 644099, Омск, Россия. E-mail: olga.plotnikova7@mail.ru

Ширинская Наталья Владимировна – канд. мед. наук, зам. директора по вопросам медицинской статистики БУЗОО Омский медицинский информационно-аналитический центр, 644021, Омск, Россия. E-mail: shirinskaya@bk.ru

Information about the authors:

Elena L. Ovchinnikova, MD, PhD, Associate Professor of the Omsk State Medical University, Omsk, 644099, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-9970-7617> E-mail: el-omsk@yandex.ru

Andrey S. Kolchin, MD, PhD, Associate Professor of the Omsk State Medical University, Omsk, 644099, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-5149-1784> E-mail: kandsmed@yandex.ru

Alexander S. Kriga, MD, PhD, Head of the Office of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare in the Omsk Region, Omsk, 644001, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-2597-6662> E-mail: rpn@55.rospotrebnadzor.ru

Olga V. Plotnikova, MD, PhD, DSci., Associate Professor, Head of the Department of the Omsk State Medical University, Omsk, 644099, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-0696-3516> E-mail: olga.plotnikova7@mail.ru

Natalya V. Shirinskaya, MD, PhD, Deputy Director for Medical Statistics of the Omsk Medical Information and Analytical Center, 644021, Omsk, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-8295-5203> E-mail: shirinskaya@bk.ru