

DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-1-36-42>

УДК 614.71:616-02

© Коллектив авторов, 2021

Овчинникова Е.Л.<sup>1,2</sup>, Никитин С.В.<sup>2</sup>, Колчин А.С.<sup>1</sup>, Крига А.С.<sup>3</sup>, Плотникова О.В.<sup>1</sup>, Черкашина М.Н.<sup>2</sup>, Винокурова И.Г.<sup>2</sup>, Дунаева М.А.<sup>2</sup>, Белус С.В.<sup>1</sup>**Респираторные риски, обусловленные загрязнением атмосферного воздуха, и заболеваемость органов дыхания у жителей города Омска**<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Ленина, 12, Омск, 644099;<sup>2</sup>ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Омской области», ул. 27-я Северная, 42А, Омск, 644116;<sup>3</sup>Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Омской области, ул. 10 лет Октября, 98, Омск, 644001

**Введение.** В Омске максимальные неканцерогенные риски формируют загрязняющие вещества, выбрасываемые в атмосферный воздух и тропные к органам дыхания. Уровни респираторных рисков на протяжении последних 12 лет не опускались ниже уровня «высокий риск» и составляли от 9,4 до 20 в разные годы наблюдений. Федеральный проект «Чистый воздух», который осуществляется на территории города Омска, должен быть успешным не только с точки зрения уменьшения вредных выбросов, но и способствовать устойчивому снижению уровня заболеваемости.

**Цель исследования** — определение перечня загрязняющих веществ, оказывающих влияние на фактические уровни заболеваемости органов дыхания населения города Омска с установлением внутригородских территорий риска.

**Материалы и методы.** В исследовании использовались данные социально-гигиенического мониторинга: результаты лабораторных исследований атмосферного воздуха на стационарных постах Росгидромета, показатели впервые выявленной заболеваемости органов дыхания населения города Омска по возрастным группам за период 2009–2020 гг. Расчёт неканцерогенных хронических рисков осуществлялся в соответствии с Руководством Р 2.1.10.1920-04. Для оценки связи между величинами респираторных рисков и показателями первичной заболеваемости болезнями органов дыхания использовался корреляционный и двухфакторный дисперсионный анализ.

**Результаты.** Многолетний рост заболеваемости хроническим бронхитом и астмой у взрослых и подростков, нестабильные показатели заболеваемости астмой у детей и неблагоприятные показатели здоровья у младенцев могут свидетельствовать о неблагоприятном воздействии загрязняющих атмосферный воздух химических веществ. Установлено, что высокие уровни респираторных рисков в городе Омске формируются, в основном, взвешенными веществами, формальдегидом, углеродом (сажей), хлоридом водорода. Негативное влияние этих загрязнителей на здоровье омичей подтвердилось пространственно-временными положительными связями в системе «респираторные риски — заболеваемости органов дыхания». На территории города определены микрорайоны с максимальными уровнями респираторных рисков и заболеваемости болезнями органов дыхания у детей 0–14 лет.

**Выводы.** Определен перечень загрязняющих веществ, содержащихся в атмосферном воздухе, оказывающих влияние на фактические уровни заболеваемости органов дыхания населения города Омска. Установлены внутригородские территории респираторного риска и повышенных уровней заболеваемости болезнями органов дыхания у детей. Предложены мероприятия по снижению рисков.

**Ключевые слова:** загрязнение атмосферного воздуха; риск здоровью; социально-гигиенический мониторинг; стационарные посты наблюдения; болезни органов дыхания; федеральный проект «Чистый воздух»

**Для цитирования:** Овчинникова Е.Л., Никитин С.В., Колчин А.С., Крига А.С., Плотникова О.В., Черкашина М.Н., Винокурова И.Г., Дунаева М.А., Белус С.В. Респираторные риски, обусловленные загрязнением атмосферного воздуха, и заболеваемость органов дыхания у жителей города Омска. *Мед. труда и пром. экол.* 2022; 62(1): 36–42. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-1-36-42>

**Для корреспонденции:** Овчинникова Елена Львовна, доцент кафедры гигиена труда, профпатологии Омского государственного медицинского университета, канд. мед. наук. E-mail: [el-omsk@yandex.ru](mailto:el-omsk@yandex.ru)

**Участие авторов:**

Овчинникова Е.Л. — концепция исследования, дизайн исследования, написание текста;

Никитин С.В. — концепция исследования;

Колчин А.С. — дизайн исследования, написание текста;

Крига А.С. — концепция исследования;

Плотникова О.В. — дизайн исследования, редактирование;

Черкашина М.Н. — сбор и обработка данных, редактирование;

Винокурова И.Г. — сбор и обработка данных;

Дунаева М.А. — сбор и обработка данных;

Белус С.В. — сбор и обработка данных.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 27.11.2021 / Дата принятия к печати: 25.01.2022 / Дата публикации: 11.02.2022

Elena L. Ovchinnikova<sup>1,2</sup>, Sergey V. Nikitin<sup>2</sup>, Andrey S. Kolchin<sup>1</sup>, Aleksandr S. Kriga<sup>3</sup>, Olga V. Plotnikova<sup>1</sup>, Marina N. Cherkashina<sup>2</sup>, Irina G. Vinokurova<sup>2</sup>, Marina A. Dunaeva<sup>2</sup>, Sergey V. Belus<sup>1</sup>

**Respiratory risks caused by atmospheric air pollution and respiratory morbidity among residents of Omsk**<sup>1</sup>Omsk State Medical University, 12, Lenina St., Omsk, 644099;<sup>2</sup>Center for Hygiene and Epidemiology in Omsk region, 42A, 27-ya Severnaya St., Omsk, 644116;<sup>3</sup>Federal Service for Surveillance over Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Omsk Region office, 98, 10 let Oktyabrya St., Omsk, 644001

**Introduction.** Contaminants emitted into atmospheric air and tropical to respiratory organs form maximum non-carcinogenic risks in Omsk. Respiratory risk levels over the past 12 years have not dropped below the "high risk" level and ranged from 9.4 to 20 in different years of observation. "Clean Air" Federal project, which is being implemented in Omsk, should be successful not only in terms of reducing harmful emissions, but also contribute to a sustainable reduction in the incidence rate.

**The study aims** to determine the list of pollutants affecting the actual levels of respiratory morbidity of the Omsk population, with the establishment of intracity risk areas.

**Materials and methods.** The study used social-hygienic monitoring data: results of laboratory studies of atmospheric air at stationary stations of Roshydromet, respiratory disease incidence of the Omsk population by age groups for the period 2009–2020. Population health risks were assessed according to health risk assessment methodology applied in case of exposure to chemicals (Guide R 2.1.10.1920-04). Correlation and two-factor variance analyses were used to assess the association between respiratory risks and respiratory disease incidence.

**Results.** Long-term increase in the incidence of chronic bronchitis and asthma in adults and adolescents, unstable rates of asthma in children and dysfunctional health indicators in children under 1 year of age may indicate adverse effects of air-polluting chemicals. High levels of respiratory hazards in Omsk are formed mainly by suspended substances, formaldehyde, carbon (black), hydrogen chloride. The negative impact of these pollutants on the health of Omsk residents was confirmed by spatiotemporal positive connections in the system "respiratory risks — respiratory diseases". Microdistricts with the highest levels of respiratory risks and morbidity of respiratory diseases in children 0–14 years old have been identified on the territory of the city.

**Conclusion.** A list of pollutants emitted in the atmospheric air, affecting the actual levels of respiratory morbidity of the population of Omsk, has been established. Intracity areas of respiratory risk and increased incidence of respiratory diseases in children have been identified. Risk mitigation measures are proposed.

**Keywords:** atmospheric air pollution; health risk; social-hygienic monitoring; stationary observation posts; respiratory diseases; «Clean air» Federal project

**For citation:** Ovchinnikova E.L., Nikitin S.V., Kolchin A.S., Kriga A.S., Plotnikova O.V., Cherkashina M.N., Vinokurova I.G., Dunaeva M.A., Belus S.V. Respiratory risks caused by atmospheric air pollution and respiratory morbidity among residents of Omsk. *Med. truda i prom. ekol.* 2022; 62(1): 36–42. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-1-36-42>

**For correspondence:** Elena L. Ovchinnikova, Associate professor, Omsk State Medical University, Cand. of Sci. (Med.). E-mail: el-omsk@yandex.ru

**Information about the authors:** Ovchinnikova E.L. <https://orcid.org/0000-0002-9970-7617>  
 Nikitin S.V. <https://orcid.org/0000-0002-8629-2264>  
 Kolchin A.S. <https://orcid.org/0000-0001-5149-1784>  
 Kriga A.S. <https://orcid.org/0000-0002-2597-6662>  
 Plotnikova O.V. <https://orcid.org/0000-0002-0696-3516>  
 Cherkashina M.N. <https://orcid.org/0000-0002-9649-8784>  
 Vinokurova I.G. <https://orcid.org/0000-0002-9712-9673>  
 Dunaeva M.A. <https://orcid.org/0000-0001-9961-4480>  
 Belus S.V. <https://orcid.org/0000-0002-9668-7358>

#### Contribution:

Ovchinnikova E.L. — research concept, research design, writing the text;  
 Nikitin S.V. — research concept;  
 Kolchin A.S. — research design, writing the text;  
 Kriga A.S. — research concept;  
 Plotnikova O.V. — research design, editing;  
 Cherkashina M.N. — data collection and processing, editing;  
 Vinokurova I.G. — data collection and processing;  
 Dunaeva M.A. — data collection and processing;  
 Belus S.V. — data collection and processing.

**Funding.** The study had no funding.

**Conflict of interests.** The authors declare no conflict of interests.

Received: 27.11.2021 / Accepted: 25.01.2022 / Published: 11.02.2022

**Введение.** Основную долю дополнительных случаев заболеваний, вероятностно обусловленных загрязнением атмосферного воздуха жилых территорий Российской Федерации, формируют болезни органов дыхания (76,7%) [1].

У детей негативные последствия загрязнения воздуха, в частности, приводят к нарушению развития и функции лёгких, респираторным инфекциям и обострениям астмы [2]. У взрослых — хронической обструктивной болезни лёгких (ХОБЛ), острым инфекциям нижних дыхательных путей, ишемической болезни сердца и инсультам [3].

Многие исследователи всё чаще свидетельствуют о вредном воздействии низкодозового (содержание загрязняющих компонентов до 1 доли ПДК) многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения, которое проявляется неспецифическим повреждающим действием, вызывающим увеличение общего числа случаев заболеваний [4–6]. Последние глобальные реко-

мендации ВОЗ по качеству воздуха, изданные в 2021 г. утверждают, что вред здоровью человека наносится при более низких концентрациях загрязняющих веществ, чем считалось ранее [3].

В Омске максимальные неканцерогенные риски формируют загрязняющие вещества (ЗВ), тропные к органам дыхания, как к верхним отделам, так и к нижним отделам дыхательной системы. Уровни респираторных рисков на протяжении последних 12 лет не опускались ниже уровня «высокий риск»<sup>1</sup> и составляли от 9,4 до 20 в разные годы наблюдений.

<sup>1</sup> Уровни риска здесь и далее оценивались в соответствии с классификацией, предложенной методическими рекомендациями МР 2.1.6.0156-19 «Оценка качества атмосферного воздуха и анализ риска здоровью населения в целях принятия обоснованных управленческих решений в сфере обеспечения качества атмосферного воздуха и санитарно-эпидемиологического благополучия населения».

**Среднегодовое индексы опасности атмосферного воздуха г. Омска по критическим органам (системам) за период 2009–2020 гг.****Average long-term atmospheric air hazard indices of Omsk by critical organs (systems) for the period 2009–2020**

Критические органы (системы)	Среднегодовое индексы опасности	Точность интервальной оценки ( $\Delta$ )	Доверительный интервал (95%)	Оценка уровня риска	Средний темп прироста (убыли) 2009–2020	Средний темп прироста (убыли) 2017–2020
Органы дыхания	11,6	1,83	(9,75; 13,43)	высокий	2,89%	9,99%
Иммунная система	4,29	0,75	(3,54; 5,04)	настораживающий	-1,79%	18,05%
Системное действие	3,83	1,75	(2,07; 5,58)	настораживающий	7,90%	23,76%
Орган зрения	2,65	0,41	(2,25; 3,06)	настораживающий	-2,06%	-8,64%

Общая заболеваемость детей и подростков, проживающих на территории города Омска, длительное время, с 2009 до 2017 гг. превышала среднероссийский показатель на 10–15%, что характерно для территорий с повышенной химической аэрогенной нагрузкой на население [4].

Многолетний рост заболеваемости взрослых городских жителей хроническим бронхитом и астмой, нестабильные показатели заболеваемости астмой и астматическим статусом у детей могут формироваться под влиянием повышенного уровня аэрогенного риска. Рост заболеваемости органов дыхания и врождённых аномалий у младенцев, как и увеличение числа детей, родившихся с низкой массой тела усиливают позицию о хроническом влиянии комплекса химических загрязнителей техногенного происхождения [4, 7, 8].

На территории города реализуется федеральный проект «Чистый воздух», в рамках которого обозначена цель по снижению выбросов ЗВ в атмосферный воздух не менее, чем на 22% к 2024 г. Важной задачей для специалистов органов и организаций Роспотребнадзора, учёных гигиенистов становится определение тех ЗВ, которые в наибольшей степени могут влиять на здоровье населения, формировать риски на конкретной территории. Эксперимент по квотированию выбросов в отношении предприятий должен быть успешным не только с точки зрения уменьшения рисков для здоровья, но и способствовать в перспективе устойчивому снижению уровня заболеваемости и смертности населения города, стимулировать рост ожидаемой продолжительности жизни [9].

**Цель исследования** — определение перечня ЗВ, оказывающих влияние на фактические уровни заболеваемости органов дыхания населения города Омска с установлением внутригородских территорий риска.

**Материалы и методы.** В исследовании использовались данные социально-гигиенического мониторинга: результаты лабораторных исследований атмосферного воздуха на стационарных постах Росгидромета, показатели впервые выявленной заболеваемости органов дыхания по возрастным группам (0–1 год, 0–14 лет, 15–17 лет, 18 лет и старше) по городу Омску, за период 2009–2020 гг. Расчёт неканцерогенных хронических рисков осуществлялся в соответствии с Руководством Р 2.1.10.1920-04<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду»

Территориальное распределение значений рисков изучалось в разрезе стационарных постов Росгидромета. Территориальный анализ заболеваемости проводился на основании данных отчётных форм федерального статистического наблюдения № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации» за 2016–2020 гг. с применением геоинформационных технологий (*ArcView GIS 3.2*).

Для оценки связи между показателями риска (коэффициентами опасности отдельных ЗВ) и показателями первичной заболеваемости болезнями органов дыхания использовался корреляционный анализ (метод Пирсона) и двухфакторный дисперсионный анализ. Достоверность коэффициентов корреляции оценивалась с помощью таблицы критических значений корреляции Пирсона (по Л.С. Каминскому) и критерия *t* Стьюдента.

**Результаты.** Уровни средних многолетних неканцерогенных хронических рисков здоровью населения города Омска, превышающие допустимые значения и рассчитанные на основании средних годовых концентраций по данным стационарных постов Росгидромета представлены в **таблице 1**.

На протяжении всего периода наблюдения максимальная нагрузка (33,7%) от воздействия вредных веществ приходилась на органы дыхания жителей города Омска. Показатель уровня респираторного риска превышал нижнюю границу «высокого» риска в два раза, а в отдельные годы — более, чем в три раза. При этом прогнозируется, при сохранении существующих условий, дальнейшее повышение уровня риска развития неблагоприятных эффектов со стороны органов дыхания. На «плохую» динамику указывает средний темп прироста индекса опасности развития респираторных патологических реакций у населения, который обусловлен увеличением среднегодовых концентраций в атмосферном воздухе, в том числе, после 2017 г. (начало реализации федерального проекта «Чистый воздух»), хлорида водорода, толуола, диоксида серы, никеля, формальдегида.

Неблагоприятный прогноз также остаётся в отношении потенциальных рисков для иммунной системы человеческого организма, центральной нервной системы, кроветворной системы за счёт увеличения среднегодовых концентраций в атмосферном воздухе таких ЗВ, как

формальдегид, ароматические углеводороды, бенз(а)пирен, некоторые металлы (медь, марганец, никель, свинец).

В Омске, на протяжении многих лет, респираторные риски формируются за счёт совокупного воздействия 18 веществ из 25 регистрируемых на стационарных постах Росгидромета, для которых органы дыхания могут быть как основными органами-мишенями, так и дополнительными. К загрязняющим веществам, для которых органы дыхания являются приоритетной системой — мишенью относятся: взвешенные вещества, диоксиды серы и азота, дигидросульфид (сероводород), гидрохлорид (хлорид водорода), аммиак, формальдегид, углерод (пигмент черный, сажа), кадмий, никель, хром [10–12].

Основной вклад в респираторные риски на территории города Омска вносили формальдегид (42,9%), взвешенные вещества (15,1%), хлорид водорода (14,1%).

Впервые выявленная заболеваемость органов дыхания у детей до 14 лет, проживающих на территории города Омска, за 12-летний период наблюдения снизилась на 27,6%. Ежегодные показатели заболеваемости астмой и астматическим статусом (J45–J46) у детей в последние три года были нестабильные: отмечались колебания, как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения в 2 и более раз. У подростков (15–17 лет) наблюдалась похожая ситуация: на фоне снижения уровней заболеваемости болезнями органов дыхания — регистрировался стабильный рост заболеваемости астмой и астматическим статусом (Тпр. 14,2%).

В группе детей младенческого возраста (от 0 до 1 года) первичная заболеваемость органов дыхания ежегодно, в среднем, увеличивалась на 1,4%, за весь период — на 13,2%; регистрировался рост заболеваемости врожденными аномалиями (Тпр. 30,9%). Стабильно увеличивался относительный показатель числа детей, родившихся с низкой массой тела, до 2500 гр. (Тпр. 45,9%).

Заболеваемость болезнями органов дыхания у взрослых (18 лет и старше), в отличие от детей и подростков, увеличивалась ежегодно, и особенно в последние два года, в основном, за счёт пневмоний и бронхитов. Так, у лиц старше 18 лет с 2009 г. заболеваемость хроническим бронхитом выросла в 2,6 раза, заболеваемость астмой и астматическим статусом на 18,5%, заболеваемость пневмониями — в 8,5 раз. Последнее может быть связано с пандемией новой коронавирусной инфекции. Последние результаты исследователей указывают на то, что химическое загрязнение воздуха может усугублять бремя болезни, связанное с коронавирусной инфекцией, изменять динамические характеристики распространения инфекции [3, 13].

Корреляционный анализ между суммарным индексом опасности всех веществ, оказывающих влияние на органы дыхания и фактическими показателями заболеваемости органов дыхания у населения не выявил значимых связей, в то же время, были обнаружены достоверные положительные сильные и средней силы корреляционные связи между коэффициентами опасности отдельных химических веществ и показателями респираторного здоровья. Наиболее часто такие связи регистрировались в отношении взвешенных веществ, сероводорода, диоксида и оксида азота, сажи. Коэффициенты корреляции между взвешенными веществами и показателями впервые выявленной заболеваемости хроническим бронхитом у детей до 14 лет составили  $0,66 \pm 0,24$ ,  $p \leq 0,01$ ; между сероводородом и болезнями органов дыхания у детей  $0,66 \pm 0,22$ ,  $p \leq 0,01$  и у подростков  $0,77 \pm 0,25$ ,  $p \leq 0,01$ ; между диоксидом азота и

болезнями органов дыхания у детей  $0,71 \pm 0,23$ ,  $p \leq 0,01$  и у подростков  $0,78 \pm 0,28$ ,  $p \leq 0,01$ ; заболеваемость хроническим бронхитом у взрослых коррелировала с коэффициентами опасности хлорида водорода ( $0,61 \pm 0,23$ ,  $p \leq 0,05$ ) и никеля ( $0,93 \pm 0,11$ ,  $p \leq 0,001$ ); заболеваемость астмой и астматическим статусом у взрослых коррелировала с коэффициентами неканцерогенного риска при воздействии аммиака ( $0,77 \pm 0,21$ ,  $p \leq 0,01$ ) и кадмия ( $0,70 \pm 0,241$ ,  $p \leq 0,01$ ).

Таким образом, указанные вещества можно считать приоритетными в отношении влияния на респираторное здоровье населения города Омска. В отношении остальных ЗВ, у которых органы дыхания находились в перечне органов-мишеней: марганец, медь, толуол, фенол, ксилол, цинк, этилбензол — связь отсутствовала, исключение составил оксид азота.

Также были установлены положительные связи средней силы между показателями заболеваемости детей в младенческом возрасте отдельными состояниями, возникающими в перинатальной период и величинами рисков, формируемыми взвешенными веществами, сероводородом, диоксидом азота и сажей; между показателями младенческой смертности и величинами рисков от оксида азота ( $0,61 \pm 0,25$ ,  $p \leq 0,01$ ) и сажи ( $0,83 \pm 0,17$ ,  $p \leq 0,001$ ); между показателями числа детей родившихся с низкой массой тела и рисками от водорода хлорида ( $0,67 \pm 0,24$ ,  $p \leq 0,01$ ) и никеля ( $0,79 \pm 0,19$ ,  $p \leq 0,001$ ).

Проведён пространственно-временной анализ связи между распределением значений респираторных рисков по постам и показателями первичной заболеваемости органов дыхания в отношении взрослого и детского населения за весь период наблюдения.

Корреляционный и дисперсионный анализ по территориальному признаку в отношении взрослого населения не выявил явных зависимостей. В то же время, результаты двухфакторного дисперсионного анализа территориального и временного распределения первичной заболеваемости органов дыхания у детей 0–14 лет в зависимости от величин респираторных рисков некоторых ЗВ в разрезе стационарных постов, показали положительные достоверные результаты (табл. 2).

Установлена изменчивость территориальных уровней заболеваемости болезнями органами дыхания у детей под воздействием формальдегида, взвешенных веществ и углерода (сажи).

Распределение рисков указанных веществ на территории города — неравномерное; были определены территории с максимальным и минимальным уровнями респираторных рисков и соответствующих им уровней заболеваемости у детей (табл. 3).

Нозологические группы болезней органов дыхания, на которые преимущественно влияет территориальный фактор, в основном, были представлены острыми респираторными вирусными инфекциями, болезнями верхних дыхательных путей.

Как видно из таблицы 3, максимальные показатели респираторных рисков и заболеваемости органов дыхания были установлены на территориях, где дислоцированы стационарные посты №№ 26 и 28.

Зона дислокации СПН № 26 расположена в селитебной зоне многоэтажной застройки (микрорайон «Заозерный») и находится под влиянием крупного северо-западного промышленного узла, представленного предприятиями нефтеперерабатывающей и химической промышленности. Основные объёмы выбросов из перечня

Таблица 2 / Table 2

**Результаты двухфакторного дисперсионного анализа впервые выявленной заболеваемости органов дыхания у детей 0–14 лет в зависимости от величин респираторных рисков, формируемых отдельными ЗВ**  
**The results of two-factor variance analysis of the respiratory morbidity in children 0–14 years old, depending on the magnitude of respiratory risks formed by pollutants**

Мониторимое ЗВ	Исследуемые факторы влияния	F фактическое	F критическое	p-значение
Взвешенные вещества	Территория проживания	10,70	7,71	<0,05
	Интервальный (годы)	1,15	6,39	>0,05 недостоверно
Углерод (Сажа)	Территория проживания	73,28	7,71	<0,05
	Интервальный (годы)	1,63	6,39	>0,05 недостоверно
Формальдегид	Территория проживания	42,40	2,36	<0,05
	Интервальный (годы)	8,56	2,71	<0,05

Таблица 3 / Table 3

**Средние многолетние уровни впервые выявленной заболеваемости болезнями органов дыхания у детей 0–14 лет на территориях с максимальным и минимальным значениями респираторных рисков**  
**Mean long-term respiratory disease incidence rates in children 0–14 years old in areas with maximum and minimum respiratory hazards**

Мониторимое ЗВ	Уровни респираторного риска ЗВ	Точность интервальной оценки показателя ( $\Delta_1$ )	Уровни в/в заболеваемости болезнями органов дыхания на 100 тыс. человек населения	Точность интервальной оценки ( $\Delta_2$ )
Взвешенные вещества	Max 1,24 (Пост 26)	$\pm 0,21$	102 060,6	$\pm 9384,1$
	Min 0,53 (Пост 29)	$\pm 0,09$	82 626,5	$\pm 14 314,1$
Углерод (Сажа)	Max 0,37 (Пост 28)	$\pm 0,12$	149 385,7	$\pm 21 227,1$
	Min 0,08 (Пост 5)	$\pm 0,04$	87 417,19	$\pm 10 498,49$
Формальдегид	Max 4,16 (Пост 28)	$\pm 2,29$	149 385,7	$\pm 21 227,1$
	Min 1,61 (Пост 29)	$\pm 0,41$	82 626,5	$\pm 14 314,1$

специфических веществ формируют: сажа, бензол, формальдегид, хром, проп-2-еннитрил (акрилонитрил).

Зона дислокации СПН № 28 охватывает микрорайон «40 лет Октября» Октябрьского округа города Омска, который находится практически в кольце крупных предприятий машиностроительной, металлообрабатывающей отраслей, оборонно-промышленного комплекса: ООО «Омстехуглерод», АО «Омскшина», «Омское моторостроительное объединение им. П.И. Баранова», АО «Автогенный завод». Все эти предприятия формируют значительные объёмы специфических выбросов за счёт углерода (сажи), взвешенных веществ, хрома, формальдегида, проп-2-еннитрила (акрилонитрила), бензапирена.

**Обсуждение.** Таким образом, установлено, что высокие уровни респираторных рисков в городе Омске (по результатам натуральных лабораторных исследований) формируются, в основном, взвешенными веществами, формальдегидом и сажой, что подтвердилось пространственно-временными положительными связями в системе «респираторные риски — заболевания органов дыхания». Такая ситуация характерна для большинства крупных промышленных городов, включённых в ФП «Чистый воздух» [14, 15].

Территориальный фактор влияния был установлен только в отношении детей, что может объясняться меньшей внутригородской миграцией среди детей [16, 17].

Многие авторы указывают на связь заболеваемости острыми респираторными инфекциями верхних дыхательных путей у детей с загрязнением атмосферного воздуха диоксидом серы, диоксидом азота, пылью, оксидом углерода, формальдегидом [18–20]. Другие исследователи указывают, что воздействие азота диоксида, аммиака, хлористого водорода, и взвешенных частиц (пылей) могут вероятно определять нарушение функций органов дыхания [6, 14, 23]. Вклад взвешенных веществ в хронический риск развития патологии органов дыхания может составлять до 96,32% [5, 22].

По результатам оценки риска здоровью населения города Омска, проведённой Федеральным научным центром гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана на основании сводных расчётов загрязнения атмосферного воздуха для города Омска, была подтверждена необходимость включения в перечень приоритетных ЗВ — хрома, сероводорода, диоксидов азота и серы, сажи, взвешенных веществ. Среди новых, неконтролируемых ранее веществ, были предложены акрилонитрил, мазутная зола электростанций, угольная зола, бута-1,3-диен [24].

Надо отметить, что на всех установленных территориях риска в отношении развития респираторных патологий, в выбросах предприятий присутствует акрилонитрил, который имеет в качестве основного органа-мишени — органы дыхания, а основной эффект — воздействие

на верхние дыхательные пути (10). Оценка риска здоровью населения по данным сводных расчётов загрязнения атмосферного воздуха в рамках реализации ФП «Чистый воздух» не выявила рисков, связанных с формальдегидом и хлоридом водорода, но авторы этой работы указывают на то, что полученные значения риска с большой долей вероятности недооценены вследствие заниженных значений экспозиции химических веществ, что может быть связано с качеством исходных данных [24].

#### Выводы:

1. Показатели респираторного здоровья жителей города Омска, особенно детей, свидетельствуют о неблагоприятном воздействии на здоровье загрязняющих атмосферный воздух химических веществ.

2. Определены территории риска и приоритетные загрязняющие вещества для жителей города Омска, оказывающие достоверное влияние на первичную заболеваемость органов дыхания: взвешенные вещества, сажа, диоксид и оксид азота, сероводород, хлорид водорода, формальдегид, хром, никель, кадмий.

3. Медицинским организациям, обслуживающим население территорий риска рекомендуется учесть существующие повышенные аэрогенные риски при оказании врачебной и профилактической помощи населению.

4. Для предприятий, которые формируют повышенные риски на указанных территориях, предлагается рассмотреть возможность включения приоритетных ЗВ в планы по квотированию выбросов в атмосферный воздух.

#### Список литературы

1. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2020 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2021.
2. Неинфекционные заболевания и загрязнение атмосферного воздуха. Европейская конференция ВОЗ высокого уровня по неинфекционным заболеваниям. Ашхабад, Туркменистан, 9–10 апреля 2019 г. Available at: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/346418>
3. Глобальные рекомендации ВОЗ по качеству воздуха, касающиеся твердых частиц, озона, двуокиси азота и двуокиси серы. Глобальные обновлённые данные 2021 г. Available at: <https://www.who.int/ru/news/item/22-09-2021-new-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution>
4. Гигиенические аспекты нарушения здоровья детей при воздействии химических факторов среды обитания. Под ред. Н.В. Зайцевой. Пермь: Книжный формат; 2011.
5. Шевчук Л.М., Дзержинская Н.А. Особенности формирования динамических процессов состояния здоровья населения в условиях многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха. *Профилактическая и клиническая медицина*. 2017; 1(62): 25–8.
6. Bayer-Oglesby L. et al. Decline of ambient air pollution levels and improved respiratory health in Swiss children. *Environmental Health Perspectives*. 2005; 113: 1632–7.
7. Трифонова Т.А., Марцев А.А. Оценка влияния загрязнения атмосферного воздуха на заболеваемость населения Владимирской области. *Гигиена и санитария*. 2015; 94(4): 14–8.
8. Buitendijk S., Zeitlin J., Cuttini M. Indicators of fetal and infant health outcomes. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 2003; 111(1): 66–77.
9. 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>
10. Integrated Risk Information System. IRIS Advanced Search. Available at: <https://iris.epa.gov/AdvancedSearch/?keyword>
11. ATSDR. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Health Effects of Exposure to Substances. Available at: <https://www.cdc.gov/TSP/substances/ToxOrganSystems.aspx>
12. Федеральный регистр потенциально опасных химических и биологических веществ. Available at: <http://www.gpohv.ru/online/>
13. Зайцева Н.В., Май И.В., Рейс Ж., Спенсер П.С., Кирьянов Д.А., Камалудинов М.Р. К оценке дополнительной заболеваемости населения COVID-19 в условиях загрязнения атмосферного воздуха: методические подходы и некоторые практические результаты. *Анализ риска здоровью*. 2021; 3: 14–28. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2021.3.02>
14. Лисецкая Л.Г., Дедкова Л.А., Тихонова И.В., Тараненко Н.А. Оценка степени загрязнённости воздуха и патология верхних дыхательных путей у подростков урбанизированных территорий Иркутской области. *Бюллетень ВСНЦ СО РАМН*. 2013; 3–1(91): 91–5.
15. Неверо Е.Г. Состояние здоровья детского населения и пути его укрепления. *Вопросы организации и информатизации здравоохранения*. 2010; 3: 70–5.
16. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; 2020.
17. Клейн С.В., Зайцева Н.В., Май И.В., Балашов С.Ю., Загороднов С.Ю., Горяев Д.В. и др. Формирование программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха для задач социально-гигиенического мониторинга: практический опыт реализации мероприятий федерального проекта «Чистый воздух». *Гигиена и санитария*. 2020; 99(11): 1196–202.
18. Загрязнение атмосферного воздуха. ВОЗ. 2021. Available at: [https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
19. Сысоева Т.И., Карпова Л.С., Безуглая Э.Ю. Оценка влияния загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом на суммарную заболеваемость гриппом и ОРВИ в 29 городах России. *ЗНиСО*. 2015; 3(264): 45–8.
20. Унгуриян Т.Н. Эпидемиологический анализ и оценка риска болезней органов дыхания у населения в зоне влияния крупного целлюлозно-бумажного комбината. *Анализ риска здоровью*. 2013; 4: 41–45.
21. Клейн С.В., Загороднов С.Ю., Кокоулина А.А., Попова Е.В., Новоселов В.Г. Оценка пылевого загрязнения атмосферного воздуха с учётом фракционного состава частиц как фактора риска здоровью населения промышленной территории. *Здоровье семьи — 21 век*. 2015; 4(4): 45–61.
22. 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.
23. Оценка риска для здоровья от загрязнения воздуха — общие принципы. Копенгаген: Европейское региональное бюро ВОЗ; 2016 г. Available at: <https://www.euro.who.int/ru/health-topics/noncommunicable-diseases/chronic-respiratory-diseases/publications/2016/health-risk-assessment-of-air-pollution.-general-principles-2016>
24. Кузьмин С.В., Авалиани С.Л., Додина Н.С., Шашина Т.А., Кислицин В.А., Синицына О.О. Практика применения оценки риска здоровью в федеральном проекте «Чистый воздух» в городах-участниках (Череповец, Липецк, Омск, Новокузнецк): проблемы и перспективы. *Гигиена и санитария*. 2021; 100(9): 890–6. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-9-890-896>

## References

1. Governmental report «On state of sanitary epidemiologic well-being of population in Russian Federation in 2020». Moscow: Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashity prav potrebiteley i blagopoluchiya cheloveka; 2021 (in Russian).
2. WHO. Noncommunicable diseases and air pollution; 2019. Available at: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/346418>
3. WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. World Health Organization; 2021. Available at: <https://www.who.int/ru/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollutio>
4. Zaitseva N.V., ed. Hygienic aspects of health disorders in children under exposure to environmental chemical factors. Perm': Knizhnyi format; 2011 (in Russian).
5. Shevchuk L.M., Dzerzhinskaya N.A. Formation of dynamic processes of public health in conditions of multicomponent air pollution. *Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina*. 2017; 1(62): 25–8 (in Russian).
6. Bayer-Oglesby L. et al. Decline of ambient air pollution levels and improved respiratory health in Swiss children. *Environmental Health Perspectives*. 2005; 113: 1632–7.
7. Trifonova T.A., Martsev A.A. Assessment of the impact of air pollution on population morbidity rate in the Vladimir region. *Gigiena i Sanitariya*. 2015; 94(4): 14–8 (in Russian).
8. Buitendijk S., Zeitlin J., Cuttini M. Indicators of fetal and infant health outcomes. *Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol.* 2003; 111(1): 66–77.
9. 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> (in Russian).
10. Integrated Risk Information System. IRIS Advanced Search. Available at: <https://iris.epa.gov/AdvancedSearch/?keyword>
11. ATSDR. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Health Effects of Exposure to Substances. Available at: <https://www.cdc.gov/TSP/substances/ToxOrganSystems.aspx>
12. Federal Register of Potentially Hazardous Chemical and Biological Substances. Available at: <http://www.rpohv.ru/online> (in Russian).
13. Zaitseva N.V., May I.V., Reis J., Spenser P.S., Kiryanov D.A., Kamaltdinov M.R. On estimating the additional incidence of covid-19 among populations exposed to polluted ambient air: methodical approaches and some practical results. *Analiz riska zdorov'yu*. 2021; 3: 14–28. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2021.3.02.eng> (in Russian).
14. Lisetskaya L.G., Dedkova L.A., Tikhonova I.V., Taranenko N.A. Assessment of the degree of air pollution and pathology of the upper respiratory tract in adolescents of urbanized territories of the Irkutsk region. *Byulleten' VSNTs SO RAMN*. 2013; 3–1(91): 91–5 (in Russian).
15. Nevero E.G. The health of the child population and the directions of its strengthening. *Voprosy organizatsii i informatizatsii zdravookhraneniya*. 2010; 3: 70–5 (in Russian).
16. Governmental report «On state of sanitary epidemiologic well-being of population in Russian Federation in 2019». Governmental report. Moscow: Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashity prav potrebiteley i blagopoluchiya cheloveka; 2020 (in Russian).
17. Kleyn S.V., Zaitseva N.V., May I.V., Balashov S.Yu., Zagorodnov S.Yu., Goryaev D.V., Tichonova I.V., Andrishunas A.M. Working out ambient air quality measuring programs for socio-hygienic monitoring: practical experience of Federal project "Clean air" activity. *Gigiena i Sanitariya*. 2020; 99(11): 1196–202 (in Russian).
18. Atmospheric air pollution. World Health Organization; 2021. Available at: [https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
19. Sysoeva T.I., Karpova L.S., Bezuglaya E.Y.. Assessment of the atmospheric formaldehyde influence on influenza and acute respiratory morbidity in cities of Russian Federation. *ZNiSO*. 2015; 3(264): 45–8 (in Russian).
20. Unguryanu T.N. Epidemiological analysis and risk assessment of respiratory diseases in individuals residing in the area influenced by a large paper mill. *Analiz riska zdorov'yu*. 2013; 4: 41–5 (in Russian).
21. Klein S.V., Zagorodnov S.Yu., Kokoulina A.A., Popova E.V., Novoselov V.G. Assessment of atmospheric air pollution with dust taking into account particle fraction composition as a health risk factor for people living in an industrial territory. *Zdorov'e sem'i — 21 vek*. 2015; 4(4): 45–61 (in Russian).
22. Golikov R.A., Surzhikov V.D., Kislitsyna V.V., Shtaiger V.A. Influence of environmental pollution to the health of the population (review of literature). *Nauchnoe obozrenie. Meditsinskie nauki*. 2017; 5: 20–31 (in Russian).
23. Health risk assessment of air pollution — general principles. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2016. Available at: <https://www.euro.who.int/ru/health-topics/noncommunicable-diseases/chronic-respiratory-diseases/publications/2016/health-risk-assessment-of-air-pollution.-general-principles-2016>
24. Kuzmin S.V., Avaliani S.L., Dodina N.S., Shashina T.A., Kislitsin V.A., Sinityna O.O. The practice of applying health risk assessment in the Federal Project "Clean Air" in the participating Cities (Cherepovets, Lipetsk, Omsk, Novokuznetsk): problems and prospects. *Gigiena i Sanitariya*. 2021; 100(9): 890–6. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-9-890-896> (in Russian).