

ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ПРОЕКТА «ЧИСТЫЙ ВОЗДУХ» НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ОМСКА

Овчинникова Е.Л.¹, Колчин А.С.¹, Крига А.С.², Плотникова О.В.¹, Черкашина М.Н.³, Винокурова И.Г.³, Ширинская Н.В.^{1,4}

¹ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава Российской Федерации;

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

³ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Омской области»

⁴БУЗОО «Медицинский информационно-аналитический центр»

Авторы:

Овчинникова Е.Л., к.м.н., доцент ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России; <https://orcid.org/0000-0002-9970-7617>

Колчин А.С., к.м.н., доцент ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» МЗ России; <https://orcid.org/0000-0001-5149-1784>

Крига А.С., к.м.н., руководитель Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Омской области; <https://orcid.org/0000-0002-2597-6662>

Плотникова О.В., д.м.н., доцент, заведующая кафедрой ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России; <http://orcid.org/0000-0002-0696-3516>

Черкашина М.Н., заведующая отделом организации и обеспечения деятельности ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Омской области»; <https://orcid.org/0000-0002-9649-8784>

Винокурова И.Г., заведующая отделением социально-гигиенического мониторинга ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Омской области»; <https://orcid.org/0000-0002-9712-9673>;

Ширинская Н.В., к.м.н., заместитель директора по вопросам медицинской статистики БУЗОО Омский медицинский информационно-аналитический центр; <https://orcid.org/0000-0001-8295-5203>.

Автор, ответственный за переписку:

Овчинникова Елена Львовна, ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава России; адрес для переписки: Россия, 644050, г. Омск, ул. Проспект Мира, 9; e-mail: el-omsk@yandex.ru.

DOI: 10.61634/2782-3024-2023-12-3-13

Цель работы состояла в гигиенической оценке качества атмосферного воздуха и рисков здоровью населения города Омска, возникающих под воздействием химического загрязнения атмосферного воздуха на текущем этапе реализации федерального проекта «Чистый воздух».

Материал и методы. Для гигиенической оценки качества атмосферного воздуха на территории города Омска использованы результаты социально-гигиенического мониторинга и национальной экологической системы наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха за период 2017-2022 г.г. Оценка риска здоровью населения и расчет дополнительного количества заболеваний под воздействием загрязняющих веществ проводились в соответствии с Руководством по оценке риска здоровью при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.3968-23).

Результаты. Объемы неуправляемых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников в 2022 году снизились на 21,9% по сравнению с базовым 2017 годом, от автотранспорта - на 43,6%. Уровень канцерогенного риска находился выше допустимого значения и оценивался как настораживающий, при этом, в период с 2017 г. по 2022 г. наблюдался рост показателя на 28,7%. Среднегодовое значение индекса опасности для органов дыхания оценивался как высокий. Сравнительный анализ значений неканцерогенных рисков в 2017 и в 2022 годах для населения г. Омска показал усиление вредного воздействия на органы дыхания (прирост 2,5%), иммунную систему (прирост в 1,6 раз) и центральную нервную систему (прирост в 1,7 раз). В тоже время, снизились риски для сердечно-сосудистой системы, сократилось

общее системное действие токсикантов. В результате длительного хронического сверхнормативного загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом, средний ежегодный популяционный риск в течение всего времени наблюдения составил 2377,4 (ДИ 1802,6-2992,4; 95%) случаев дополнительных заболеваний органов дыхания в год, выявленных при первичных и повторных обращениях пациентов.

Заключение. Опережающее достижение целевых показателей ФП «Чистый воздух» по снижению объемов выбросов пока не привело к соразмерному повышению качества атмосферного воздуха с гигиенических позиций. Канцерогенные риски здоровью населения снижаются, но остаются выше допустимых уровней. Неканцерогенные риски по ряду веществ формируют дополнительную заболеваемость. Необходимо разработать дополнительные межведомственные мероприятия по снижению объемов выбросов, в первую очередь, формальдегида и бенз/а/пирена, обеспечить профилактическую защиту здоровья населения, особенно уязвимых групп, проживающих на территории города.

Ключевые слова: загрязненный атмосферный воздух, риск здоровью

HYGIENIC ASPECTS OF THE IMPLEMENTATION OF THE FEDERAL PROJECT "CLEAN AIR" IN THE OMSK CITY

Ovchinnikova E.L.¹, Kolchin A.S.¹, Kryga A.S.², Plotnikova O.V.¹, Cherkashina M.N.³, Vinokurova I.G.³, Shirinskaya N.V.^{1,4}

¹Omsk State Medical University;

²Department of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare in the Omsk Region;

³Center of Hygiene and Epidemiology in the Omsk region

⁴Medical Information and Analytical Center, Omsk.

The aim of the work was the hygienic assessment of the atmospheric air quality and health risks to the population of Omsk city arising under the influence of chemical pollution of atmospheric air at the current stage of realization of the federal project "Clean Air".

Material and methods. For hygienic assessment of atmospheric air quality in the territory of the city of Omsk the results of socio-hygienic monitoring and the national environmental observation system of atmospheric air pollution for the period 2017-2022 were used. Health risk assessment and calculation of the additional number of diseases under the influence of pollutants were carried out in accordance with the Guidelines for health risk assessment of exposure to chemical pollutants (R 2.1.10.3968-23).

Results. The volumes of uncaptured air pollutant emissions from stationary sources in 2022 decreased by 21.9% compared to the baseline year 2017, from motor vehicles - by 43.6%. The level of carcinogenic risk was above the permissible value and was assessed as alarming, with an increase of 28.7% between 2017 and 2022. The average annual respiratory hazard index was assessed as high. Comparative analysis of the values of non-carcinogenic risks in 2017 and in 2022 for the population of Omsk showed an increase in harmful effects on the respiratory organs (2.5% increase), the immune system (1.6-fold increase) and the central nervous system (1.7-fold increase). At the same time, the risks to the cardiovascular system decreased, and the overall systemic effect of toxicants was reduced. As a result of long-term chronic excess formaldehyde air pollution, the mean annual population risk over the entire follow-up time was 2377.4 (CI 1802.6-2992.4; 95%) cases of additional respiratory diseases per year detected during primary and repeat patient visits.

Conclusion. The advanced achievement of the targets of the Federal Program "Clean Air" on emissions reduction has not yet resulted in a commensurate improvement of the atmospheric air quality from the hygienic point of view. Carcinogenic risks to public health

are decreasing, but remain above permissible levels. Non-carcinogenic risks for a number of substances form additional morbidity. It is necessary to develop additional interdepartmental measures to reduce emissions, primarily formaldehyde and benz/a/pyrene, to provide preventive protection of public health, especially vulnerable groups living in the city.

Key words: polluted atmospheric air, health risk

Введение

На территории города Омска с 2019 года проводится эксперимент по квотированию вредных выбросов химических загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферный воздух в целях снижения объемов выбросов не менее, чем на 20% к 31 декабря 2026 года. Снижение объемов выбросов на 20% - основной целевой показатель, указанный в паспорте федерального проекта «Чистый воздух», составной части национального проекта «Экология». При этом, важно учесть, что «сокращение валового выброса на заданную величину без учета реальной опасности тех или иных компонентов для жизни и здоровья жителей далеко не всегда может существенно улучшить условия жизни населения, обеспечить нормативную санитарно-гигиеническую ситуацию» [11]. В связи с чем, Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека в рамках реализации этого проекта были поставлены гигиенические задачи по снижению рисков здоровью и улучшению медико-демографической ситуации. В данном случае не были предусмотрены конкретные целевые критерии, была важна позитивная динамика социально-значимых показателей.

В Омской области был разработан трехсторонний план по динамической оценке результативности и эффективности мероприятий по снижению уровней загрязнения атмосферного воздуха на основании анализа рисков здоровью. План был согласован и утвержден в январе 2020 года руководителями Омского государственного медицинского

университета, Управления Роспотребнадзора по Омской области и Центра гигиены и эпидемиологии в Омской области. Результаты практического исполнения Плана регулярно докладываются на Всероссийских научно-практических конференциях и публикуются в научных рецензируемых изданиях.

Цель работы состояла в гигиенической оценке качества атмосферного воздуха и рисков здоровью населения города Омска, возникающих под воздействием химического загрязнения воздушной среды на текущем этапе реализации федерального проекта.

Материал и методы

Динамика целевых показателей федерального проекта оценивалась по отношению к базовому, 2017 году. Для гигиенической оценки качества атмосферного воздуха на территории города Омска использованы результаты социально-гигиенического мониторинга и национальной экологической системы наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха за период 2017-2022 г.г. Экологический мониторинг загрязнения окружающей среды на территории города Омска осуществляет Росгидромет на 9 стационарных постах наблюдения по 32 химическим веществам.

Оценка риска здоровью населения и расчет дополнительного количества заболеваний под воздействием загрязняющих веществ проводились в соответствии с Руководством по оценке риска здоровью при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.3968-23). Для средних величин рассчитывались доверительные интервалы значений с

вероятностью 95%, с учетом распределения данных в вариационном ряду. Для определения перечня приоритетных объектов – источников вредных выбросов рассчитывался суммарный коэффициент опасности (S), учитывающий потенциальное воздействие предприятий на здоровье населения с учетом многолетних данных розы ветров (в соответствии с МР 2.1.6.0157-19).

Результаты

Объемы неуправляемых выбросов ЗВ в атмосферу от стационарных источников (промышленность) снизились на 21,9% по сравнению с базовым 2017 годом, от автотранспорта - на 43,6% (рис.1). Уменьшение выбросов началось в 2019 году и продолжилось в последующие годы, когда промышленные предприятия приступили к мерам по сокращению выбросов ЗВ в соответствии с определенными для них квотами.



Рисунок 1. Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферу г. Омска от различных источников; (неуправляемые), тыс. т/год.

Из более, чем 2,2 тысяч предприятий нами было определено 35 приоритетных объектов на основе расчета суммарного коэффициента опасности (S) с применением геоинформационных технологий. Наиболее значимые предприятия вошли в Комплексный план мероприятий по снижению выбросов ЗВ в атмосферный воздух в г. Омске.

Окончательный перечень приоритетных промышленных площадок и реализуемых ими природоохранных мероприятий был согласован на межведомственном уровне под председательством Губернатора Омской области и утвержден на федеральном уровне.

К предприятиям с наибольшими затратами на природоохранные мероприятия были отнесены - АО "Газпромнефть -ОНПЗ", АО "Омский каучук", АО "Омсктрансмаш", АО "Первая Грузовая Компания", структурные подразделения АО "ТГК-11". Среди крупных мер по снижению выбросов - техническое перевооружение котлоагрегатов с заменой электрофильтров на двух крупных ТЭЦ 5 и ТЭЦ 4; модернизация факельной системы ООО "Полиом" для увеличения диапазона бездымного горения; замена устаревшего комплекса первичной переработки нефти на оборудование нового поколения (ЭЛОУ-АВТ) позволяющего проводить очистку

газовых фракций от серосодержащих соединений; замещение автобусов, работающих на дизельном и бензиновом топливе, автобусами, использующими в качестве топлива компримированный природный газ; газификация частного сектора.

Однако, несмотря на опережающее снижение выбросов ЗВ, доля проб атмосферного воздуха, отобранных на маршрутных и подфакельных постах в этот же период в зоне влияния промышленных предприятий, и превышающих предельно-допустимые концентрации (ПДК) увеличилась с 0,4% в 2017 году до 1,60% в 2022 году (по данным маршрутных и подфакельных лабораторных исследований в зоне влияния промышленных предприятий, проведенных органами и организациями Роспотребнадзора).

Особое влияние на здоровье населения имеет длительное хроническое воздействие сверхнормативного загрязнения атмосферного воздуха, когда регистрируются превышения предельно-допустимых среднегодовых концентраций ЗВ.

С началом реализации мероприятий федерального проекта больше не регистрировались кратные превышения предельных среднегодовых

концентраций по взвешенным веществам, диоксиду азота, бензолу, углероду (черный пигмент), но, в тоже время, фиксировались превышения среднегодовых концентраций хлорида водорода, бенз/а/пирена; оставалась проблема сверхнормативного загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом.

Отмечались превышения ПДКсг на отдельных постах по бензолу и диоксиду азота.

Проведены расчеты канцерогенных рисков и рисков неканцерогенных эффектов, формирующихся под влиянием химического загрязнения атмосферного воздуха.

Среди мониторируемых веществ - 9 обладают канцерогенным эффектом: углерод (сажа), формальдегид, бензол, этилбензол, бенз(а)пирен, кадмий, никель, свинец, хром.

На протяжении всего периода наблюдения – уровень канцерогенного риска находился выше допустимого значения и оценивался как настораживающий, при этом, с 2017 года наблюдался рост показателя на 28,7% к 2022 году (рис.2). Максимальный подъем был в 2021 году, затем уровень канцерогенного риска начал снижаться, но не достиг значения 2017 года.

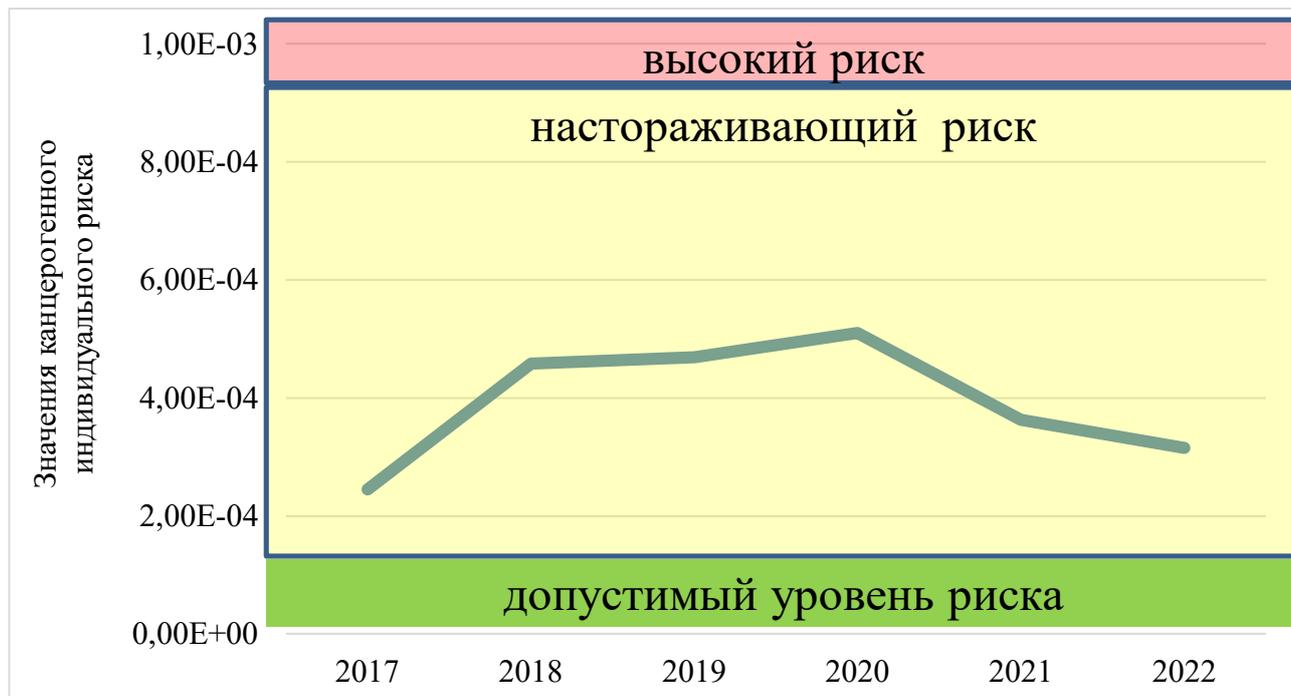


Рисунок 2. Динамика канцерогенного риска здоровью населения города Омска при воздействии химического загрязнения атмосферного воздуха.

За весь период наблюдения значительный вклад в канцерогенный риск внесли хром (67,8%), формальдегид (18,7%), никель (4,9%), бензол (5,0%) и углерод (сажа) (3,9%).

Уровни хронических неканцерогенных рисков (рисков возникновения хронических общетоксических вредных эффектов для здоровья населения) определялись как для отдельных веществ, так и для нескольких веществ при условии их одновременного и однонаправленного воздействия на одинаковые органы и системы – мишени. Из числа тех ЗВ, которые измеряются на всех стационарных постах Росгидромета - недопустимый уровень риска, т.е. выше единицы, формирует формальдегид (среднегодовой коэффициент опасности $Q=2,3$). Риски при воздействии бенз/а/пирена, бензола, хлорида водорода оценивались как допустимые, но их значения балансировали на границе допустимости, и в отдельные годы могли создавать недопустимые риски. Например, в 2022 году, неканцерогенный риск от бенз/а/пирена оценивался как настораживающий, т.е. был выше допустимого (коэффициент

опасности $Q=1,5$). Также, локальное территориальное значение имели неканцерогенные риски от воздействия некоторых металлов – медь, марганец. Максимальная нагрузка при воздействии загрязненного воздуха приходится на органы дыхания. Среднемноголетний индекс опасности для органов дыхания оценивался как высокий (более 6) и формировался под воздействием 14 ЗВ. Настораживающие уровни индекса опасности (от 3 до 6) регистрировались для иммунной системы и центральной нервной системы. Сравнительный анализ значений неканцерогенных рисков в 2017 и в 2022 годах для населения г. Омска показал усиление воздействия ЗВ на органы дыхания (прирост 2,5%), иммунной системы (прирост в 1,6 раз), ЦНС (прирост в 1,7 раз). В тоже время, в течение наблюдаемого периода, снизились риски для сердечно-сосудистой системы, сократилось системное действие ЗВ (рис.3).

Нами были проведены расчеты популяционных неканцерогенных рисков нарушения здоровью населения города Омска на базе дополнительной

вероятности ответов (заболеваний), связанных с действием химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух. Так, в результате длительного хронического сверхнормативного загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом, средний ежегодный

популяционный риск в течение 6 лет наблюдения составил 2377,4 (ДИ 1802,6-2992,4; 95%) случаев дополнительных заболеваний органов дыхания в год, выявленных при первичных и повторных обращениях пациентов (Табл.1).

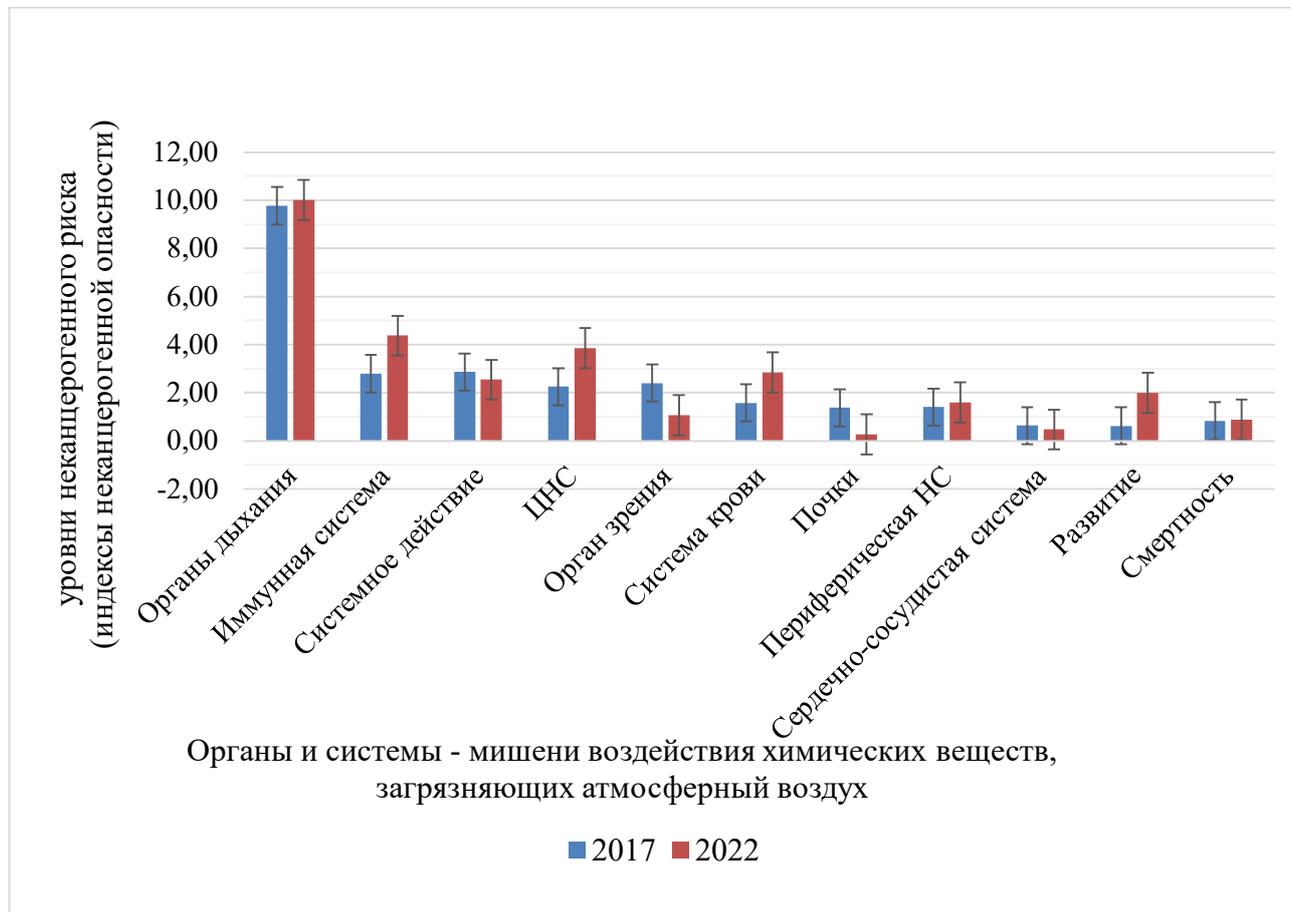


Рисунок 3. Сравнительная характеристика уровней неканцерогенных рисков в 2017 и в 2022 годах для населения г. Омска при воздействии химического загрязнения атмосферного воздуха; в разрезе органов и систем - мишеней воздействия загрязняющих веществ

Таблица 1. Показатели популяционного риска здоровью для всего населения города Омска под воздействием сверхнормативного превышения среднегодовых концентраций химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух в период 2017-2022 г.г.

Загрязняющее вещество	Среднегодовая (среднегодная) концентрация, мг/куб.м (ДИ,95%)	Референтная концентрация для хронического ингаляционного воздействия	Нозологическая форма заболевания (код МКБ10)	Дополнительная вероятность возникновения заболевания (Δp) (ДИ,95%)	Дополнительное (среднегодовое) количество заболеваний всего населения, возникших под воздействием загрязняющего вещества (Р) (ДИ,95%)
Формальдегид	0,0067±0,0003 ДИ (0,0059 - 0,0075)	0,0030	Астма с преобладанием астматического компонента (J45.0)	0,00064±0,00008 (ДИ 0,00048 – 0,00081)	743,9±91,6 (ДИ 560,8 – 941,0)
			Хронический бронхит неуточненный (J42)	0,00060±0,00009 (ДИ 0,00044 – 0,00078)	690,9±92,1 (ДИ 506,8 – 899,0)
			Хронический фарингит (J31.2)	0,00060±0,00065 (ДИ 0,00046 – 0,00073)	688,5±76,2 (ДИ 536,3 – 842,6)
			Другие уточненные болезни верхних дыхательных путей (J39.8)	0,00022±0,00025 (ДИ 0,00017 – 0,00027)	254,1±27,7 (ДИ 198,7 – 309,8)
Бенз/а/пирен*	1,47*10 ⁻⁶	1,0*10 ⁻⁶	Иммунодефициты с преимущественной недостаточностью антител (D80.2)	0,00065	755,8

*Для расчета использовался только 2022 год - год превышения гигиенического норматива (ПДКгр).

При этом, например, средний за наблюдаемый период удельный вес дополнительных случаев астмы (J45.0) составил 11,7% (ДИ 8,9%-14,7%; 95%) от среднего фактического количества всех случаев астмы во всех возрастных группах.

Динамика уровней смертности и заболеваемости в течение 2017-2022 года в значительной степени находилась под влиянием пандемии новой коронавирусной инфекции, что затрудняет в настоящее время

сравнительный анализ с уровнем загрязнения атмосферного воздуха и требует дополнительных лет наблюдения в перспективе. В связи с чем, мы в своих исследованиях, опубликованных ранее, сосредоточились на территориально-распределенном анализе показателей здоровья и уровней загрязнения воздуха. В результате этих исследований, с помощью дисперсионного анализа была установлена изменчивость территориальных уровней

заболеваемости болезнями органами дыхания у детей 0-14 лет на территории города Омска под воздействием формальдегида, взвешенных веществ и углерода (сажи). Заболеваемость увеличивалась с повышением уровней неканцерогенных рисков ($p < 0,05$). Нозологические группы болезней органов дыхания были представлены, в основном, острыми респираторными вирусными инфекциями, болезнями верхних дыхательных путей.

Максимальные показатели респираторных рисков и заболеваемости органов дыхания были установлены на территориях с дислокацией стационарных постов Гидромета №№ 26 и 28 (Советский и Октябрьский муниципальные округа города) [10].

Обсуждение

Высокие и нарастающие риски здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух характерны для большинства промышленных городов, включенных в ФП «Чистый воздух» [6,9]. Увеличение доли проб атмосферного воздуха с превышением ПДК в динамике в период 2017-2022 г.г., в основном, характерно для промышленных городских поселений Дальневосточного, Сибирского и Уральского федеральных административных округов Российской Федерации. По данным ведомственной лабораторной сети Роспотребнадзора, высокие неканцерогенные хронические риски в городах участниках федерального проекта, в основном формируют: бенз/а/пирен, взвешенные вещества, бензол, сероводород и ряд металлов (никель, медь, марганец, хром); канцерогенные риски формируют формальдегид, хром и бензол.

По данным регулярных наблюдений национальной экологической мониторинговой сети, в 2021 году, в среднем по стране, отмечалось увеличение среднегодовой концентрации формальдегида на 6,0%.

В Омске сформирован перечень котируемых веществ, в который вошли

токсиканты, имеющие приоритетное влияние на состояние здоровья (бенз/а/пирен, хром, бензол, диоксиды серы, азота и углерода, фенол, сероводород и другие), в отношении этих веществ проводится лабораторный контроль. В настоящее время в этот список пока не включен формальдегид, что связано с результатами сводных расчетов приземных концентраций ЗВ от всех выбросов на территории города Омска. Сводные расчеты и их последующий анализ не выявил рисков, связанных с формальдегидом, но авторы проведенных работ отмечают возможную недооценку рисков в связи с качеством исходных данных [5]. В данном случае важны мероприятия по верификации расчетных данных результатами лабораторного мониторинга и проведению уточненной инвентаризации выбросов формальдегида.

Преимущественное влияние формальдегида на респираторную систему детей при ингаляционном поступлении из атмосферного воздуха отмечается многими исследователями [1,7,8,13]. По данным государственного доклада Роспотребнадзора - число дополнительных случаев смерти населения Российской Федерации от всех причин, связанных с загрязнением атмосферного воздуха на сельских территориях, вероятно составило в 2022 г. 5,3 случая на 100 тыс. населения или 0,4 % от фактической смертности населения; число дополнительных случаев заболеваний - 711,67 случая на 100 тыс. населения или 0,8 % от фактической заболеваемости. При этом, как отмечается, уровень ассоциированной с качеством атмосферного воздуха заболеваемости населения в Омской области превысил среднероссийские показатели, в основном за счет болезней органов дыхания у детей 0-14 лет.

Ряд исследователей отмечают, что у лиц, проживающих в зоне экологического неблагополучия, выявляется высокая

частота нарушений липидного обмена, что можно рассматривать как один из основных предрасполагающих факторов к развитию сердечно-сосудистых патологий в данной когорте [4]. В силу особенностей обмена, наличия критических периодов роста и развития организма, ребенок оказывается наиболее чувствительным к повреждающему действию ксенобиотиков. В связи с этим, именно с детского возраста должна начинаться работа по совершенствованию диагностики и лечению экологически зависимых болезней [2,14].

В настоящее время актуальна диагностика неспецифических нарушений, возникающих при воздействии химических веществ и имеющих патогенетическую значимость для формирования сопутствующей патологии у жителей городов, на территории которых расположены предприятия химической промышленности. Важны не только мероприятия по техническому снижению выбросов, но и оптимизация диспансерной работы первичного медико-профилактического звена в отношении населения, проживающего на наиболее загрязненных участках [3,15].

К таким мероприятиям могут быть отнесены: идентификация континентов риска для осуществления профилактики эколого-обусловленных заболеваний; мероприятия по профилактике на

основании порядка и стандартов оказания специализированной медицинской помощи населению с эколого-обусловленными заболеваниями; лечебно-профилактические мероприятия на групповом и индивидуальном уровне; специализированное санаторно-курортное лечение и реабилитация населения; разработка и реализация региональных целевых программ по профилактике эколого-обусловленных заболеваний; страхование в системе ДМС [12]. Важно задействовать все уровни профилактики.

Заключение

Опережающее достижение целевых показателей ФП «Чистый воздух» по снижению объемов выбросов пока не привело к соразмерному повышению качества атмосферного воздуха с гигиенических позиций; сохранялось вредное влияние ЗВ на здоровье населения. Канцерогенные риски снижались, но продолжали оставаться выше допустимых уровней; неканцерогенные риски по ряду веществ формировали дополнительную заболеваемость; основная нагрузка приходилась на органы дыхания. Необходимо разработать дополнительные межведомственные мероприятия по снижению объемов выбросов, в первую очередь, формальдегида и бенз/а/пирена и обеспечить профилактическую защиту здоровья населения, особенно уязвимых групп, проживающих на территории города.

ЛИТЕРАТУРА

1. Berezin I. I., Sergeev A. K., Belyakova N. S. [i dr.]. Issues of health risk management for the able-bodied population of a large industrial center of the Middle Volga region (experience of hygienic assessment). *Terapevt [Therapist]*. 2022;10:38-48. DOI 10.33920/MED-12-2210-05 (in Russian).

2. Zaitseva N.V., Ustinova O.Yu., Zemlyanova M.A., Maklakova O.A. Scientific and methodological approaches to the justification and organization of preventive care for children with respiratory diseases associated with exposure to chemical environmental

- factors. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and sanitation]*. 2014; 93(6):104-107 (in Russian).
3. Sovershenstvovanie organizatsii ambulatorno-poliklinicheskoi pomoshchi i profilaktiki khronicheskikh neinfektsionnykh zabolovaniy u vzroslogo naseleniya megapolisa: monografiya [Improving the organization of outpatient care and prevention of chronic non-communicable diseases in the adult population of the metropolis: monograph]. O.E. Konovalov, A.B. Zudin, M.A. Pozdnyakova [i dr.]. Nizhniy Novgorod: «Izdatel'skii salon» IP Gladkova O.V., 2022, 156p (in Russian).
4. Kudaeva I.V., Lysenko A.A. The state of lipid metabolism in persons living in the territory of ecological distress. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and sanitation]*. 2023; 102(9):896-901. DOI 10.47470/0016-9900-2023-102-9-896-901 (in Russian).
5. Kuzmin S.V., Avaliani S.L., Dodina N.S., Shashina T.A., Kislitsin V.A., Sinitsyna 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 [Hygiene and sanitation]*. 2021; 100 (9): 890-896. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-9-890-896> (In Russian).
6. 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):91-95 (in Russian).
7. Mai I. V., Klein S. V., Sedusova E. V. The experience of proving harm to public health when exposed to environmental factors. *Zdorov'e i okruzhayushchaya sreda [Health and environment]*. 2015; 25-1: 59-63 (in Russian).
8. Myl'nikova I. V., Efimova N. V., Kudaev A. N. Assessment of the risk associated with chemical pollution of the air of sports facilities for the health of children. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and sanitation]*. 2022; 101(9):1086-1092. DOI 10.47470/0016-9900-2022-101-9-1086-1092 (in Russian).
9. Nevero E.G. The health of the child population and the directions of its strengthening. *Voprosy organizatsii i informatizatsii zdravookhraneniya*. 2010; 3:70-75 (in Russian).
10. Ovchinnikova E. L., Nikitin S. V., Kolchin A. S. [i dr.]. Respiratory risks caused by atmospheric air pollution and respiratory morbidity among residents of the city of Omsk. *Meditcina truda i promyshlennaya ekologiya [Occupational medicine and industrial ecology]*. 2022; 61(1): 36-42. – DOI 10.31089/1026-9428-2022-62-1-36-42 (in Russian).
11. Popova A.Yu., Zaitseva 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 [Health Risk Analysis]*. 2019; 4:4-13. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.01.eng (in Russian).
12. Rakhmanin Yu.A., Mikhailova R.I. Environment and health: priorities of preventive medicine. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and sanitation]*. 2014; 93 (5): 5-10 (in Russian).
13. Rakhmanin Yu. A., Khripach L. V., Zheleznyak E. V. [i dr.]. The influence of atmospheric air pollution by chemical compounds on the medical and biological indicators of the health status of Moscow residents. *Prikladnaya toksikologiya [Applied toxicology]*. 2011; 2 (4):38-47 (in Russian).
14. Rimarchuk G.V. Improving the health of children in areas of ecological distress. *Rossiiskii meditsinskii zhurnal [Russian medical journal]*. 1999; 11:500 (in Russian).
15. Yatsyna I.V., Sineva E.L., Tulakin A.V., Zhadan I.Yu., Preobrazhenskaya E.A., Sarancha E.O. The health of children in an industrially developed region. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and sanitation]*. 2015; №94(5):39-44 (in Russian).