

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА КАЧЕСТВО АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА КУЙБЫШЕВСКОГО РАЙОНА ГОРОДСКОГО ОКРУГА САМАРА

© 2021 г. ¹Ю. В. Мякишева, ²Н. А. Михайлюк, ¹И. В. Федосейкина,
¹Ю. А. Халитова, ¹А. И. Дудина

¹ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Самара; ²ООО «Поволжский научно-технический центр охраны труда «Самэко», г. Самара

Введение: В настоящее время в крупных промышленных городах актуальна проблема чистого воздуха. В этом плане важно изучение влияния основных источников выбросов загрязняющих веществ на качество атмосферного воздуха.

Цель: Комплексное изучение влияния основных источников выбросов загрязняющих веществ на качество атмосферного воздуха одного из районов крупного промышленного центра с высокой техногенной нагрузкой.

Методы: Изучены материалы за 2019 год, предоставленные ФГБУ «Приволжское УГМС» и ФБУЗ «Центр эпидемиологии и гигиены по Самарской области». Проанализированы географические карты, схемы расположения источников, метеорологические параметры, выбросы загрязняющих веществ и границы санитарно-защитных зон промышленных предприятий. С использованием методов хроматографического, электрохимического и фотометрического анализа проведено лабораторное определение концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в различные периоды года с учетом изменяющихся метеорологических условий. Статистическая обработка материалов проведена с использованием пакета «Анализ данных» в Microsoft Excel 2019.

Результаты: Установлено, что 26 % выбросов загрязняющих веществ в атмосферу происходит из промышленных источников, 45 % поступает из других антропогенных источников, в частности автотранспорта; выбросы от средних, малых и микропредприятий мало-значительны и составляют от общей суммы 13, 9, 7 % соответственно. Определены количественные характеристики загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в границах действующих предприятий района, на жилой застройке и их пространственное распределение на всей территории в зоне влияния выбросов исследуемых объектов. Выявлено, что приоритетными загрязняющими веществами изучаемого воздушного бассейна являются сероводород, фенол, углеводороды C₁₂–C₁₉, формальдегид, аммиак. В большинстве исследуемых проб обнаружены концентрации на уровне 0,2–0,4 ПДК, однако в 16,4 % проб регистрировалось превышение по сероводороду до 5,6 ПДК, по фенолу – до 1,3 ПДК. В летний период года с преобладанием западных и северо-западных ветров увеличение концентрации загрязняющих веществ в 15 % всех анализируемых проб. В холодный период года при преобладании юго-западного и западного направлений ветра, постоянной смене атмосферного давления превышение концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе фиксируется в 23,3 % исследуемых проб.

Выводы: В исследуемом районе городского округа Самара отмечено неблагоприятное воздействие химических загрязнителей атмосферного воздуха на здоровье населения. Проведенное исследование диктует необходимость разработки и проведения в экологически неблагоприятных районах профилактических мероприятий, направленных на сохранение и укрепление здоровья населения.

Ключевые слова: загрязнение атмосферного воздуха, источники выбросов загрязняющих веществ, общие и специфические особенности загрязнения воздушной среды

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE IMPACT OF THE MAIN SOURCES OF EMISSIONS OF POLLUTANTS ON THE AIR QUALITY OF THE KUIBYSHEVSKY DISTRICT OF SAMARA

¹Yu. V. Myakisheva, ²N. A. Mikhailuk, ¹I. V. Fedoseykina, ¹Yu. A. Halitova, ¹A. I. Dudina

¹Samara State Medical University, Samara; ²Society with limited liability
«Povolga scientific and technical center for labor protection» Sameko, Samara, Russia

Introduction: Air quality in large urban settings is a considerable public health problem in Russia. Thus, identification of the main sources of pollution and qualitative assessment of their impact on air quality is of paramount importance.

Aim: To perform comprehensive assessment of the influence of the main sources of pollutant emissions on air quality of atmospheric air in one of the districts in an industrial Russian city.

Methods: Secondary data from the Federal State Budgetary Institution "Privolzhskoe UGMS" and the Federal State Budgetary Institution "Center of Epidemiology and Hygiene in the Samara Region" were obtained. Geographical maps, emission source location schemes, meteorological parameters, pollutant emissions and borders of sanitary protection zones of industrial enterprises were analyzed. Chromatographic, electrochemical, and photometric analysis, laboratory determination of the concentration of pollutants in the atmospheric air in different periods of the year were performed taking into account changing meteorological conditions.

Results: As many as 26 % of emissions of pollutants into the atmosphere come from industrial sources while 45 % come from other anthropogenic sources including motor vehicles. Emissions from medium, small and microenterprises account for only 13 %, 9 % and 7 % of emissions, respectively. The most common pollutants were hydrogen sulfide, phenol, hydrocarbons C₁₂–C₁₉, formaldehyde and am-

monia. Concentrations at the level of 0.2-0.4 MPC were found in most of the studied samples. In 16.4 % of the samples concentrations of hydrogen sulfide were up to 5.6 MPC. In the summer period with western and north-western winds, the concentration of pollutants was 15 % higher in all samples. In the cold period, with south-western and western winds excessive concentrations of pollutants in the atmospheric air was recorded in 23.3 % of the samples.

Conclusions: Our findings suggest an adverse effect of air pollution on health of the residents of the studied district. Preventive measures in ecologically challenged areas of Samara are needed to preserve and promote health of the population.

Key words: air pollution, sources of pollutant emissions, general and specific features of air pollution

Библиографическая ссылка:

Мякишева Ю. В., Михайлюк Н. А., Федосейкина И. В., Халитова Ю. А., Дудина А. И. Комплексная оценка влияния основных источников выбросов загрязняющих веществ на качество атмосферного воздуха Куйбышевского района городского округа Самара // Экология человека. 2021. № 12. С. 56–64.

For citing:

Myakisheva Yu. V., Mikhailuk N. A., Fedoseykina I. V., Halitova Yu. A., Dudina A. I. Comprehensive Assessment of the Impact of the Main Sources of Emissions of Pollutants on the Air Quality of the Kuibyshevsky District of Samara. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2021, 12, pp. 56-64.

В конце XX — начале XXI века человечество столкнулось с серьезными проблемами практически повсеместного загрязнения окружающей среды. В настоящее время в России в большинстве промышленных центров сложилась неблагоприятная экологическая обстановка. Более чем 100 млн человек проживают в неблагоприятных гигиенических условиях [2, 4, 9, 25]. Следовательно, в настоящее время проблема чистого воздуха в крупных промышленных городах с повышенной техногенной нагрузкой является актуальной и комплексной. К числу наиболее значимых источников, поставляющих в окружающую среду вредные для здоровья человека загрязнители, относятся предприятия черной и цветной металлургии, комплексы химических, нефте- и сланцеперерабатывающих предприятий, производства строительных материалов и автотранспорт [20, 26, 27].

Основная задача таких регионов заключается в реализации комплекса мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, направленного на улучшение экологической обстановки, обеспечение снижения выбросов промышленными производствами [7, 8, 17, 18]. Одной из мер, направленных на снижение антропогенного воздействия на состояние воздушного бассейна, является быстрое реагирование производственных предприятий на изменение концентраций загрязняющих веществ, совершенствование системы мониторинга на территории промышленной площадки, а также открытие дополнительных автоматизированных постов наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха в границах близлежащей жилой застройки. При этом важным для предприятия остается и экономический эффект производства [19]. Данная проблема касается урбаноэкосистем в масштабах как страны, так и отдельных регионов, округов, районов. В этом плане актуальным является разработка мер мониторинга и реагирования на изменения окружающей среды для конкретных территорий, результаты использования которых могут быть применимы и другими субъектами [10, 22, 24].

Целью нашей работы явилось комплексное изучение степени влияния основных источников выбросов загрязняющих веществ на качество атмосферного воздуха в районе с высокой техногенной нагрузкой крупного промышленного центра.

В качестве объекта изучения нами выбран воздушный бассейн Куйбышевского района городского округа Самара. Городской округ (г. о.) Самара является крупным промышленным центром, на территории которого функционируют предприятия нефтеперерабатывающей, машиностроительной, химической промышленности, что вызывает изменение экологической обстановки, в частности отражается на качестве атмосферного воздуха в определенных районах. В последнее время экологическая ситуация в Куйбышевском районе г. о. Самара характеризуется как неблагоприятная и требует особого внимания для определения источников загрязнения воздушного бассейна и усовершенствования природоохранных мер.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

Обеспечить понимание вклада выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от промышленной деятельности предприятий изучаемого района и определить их роль в контексте общих выбросов соответствующих загрязняющих веществ из всех существующих антропогенных источников.

Дать углубленную количественную оценку вклада предприятий регулируемых отраслей в общие выбросы в атмосферный воздух и установить «нерегулируемые» сектора, которые вносят значительный вклад в загрязнение атмосферного воздуха.

Предоставить описательные меры и подходы, которые могут быть использованы для предотвращения или сокращения уровня загрязнений от видов деятельности, которые в настоящее время не регулируются.

Работа проводилась по нескольким направлениям:

1. Изучение метеорологической и климатической характеристик Куйбышевского района г. о. Самара, анализ режима ветра, способствующего воздействию выбросов предприятий на состав атмосферного воздуха в жилых районах.

2. Определение вклада основных источников выбросов загрязняющих веществ, оказывающих влияние на экологию изучаемого района.

3. Выявление всех характерных загрязняющих веществ в выбросах предприятий аналитическим методом в зависимости от вида деятельности, а также путём проведения инструментального анализа атмосферного воздуха вблизи источников выбросов, оценка их влияния на экологическую ситуацию Куйбышевского района.

4. Количественная оценка воздействия выбросов предприятий на атмосферу жилой застройки по содержанию следующих приоритетных загрязняющих веществ: сероводород, фенол, диоксид азота, формальдегид, бензол, ксилол, толуол, этилбензол, серы диоксид, оксид углерода, сумма предельных углеводородов C1–C5, сумма предельных углеводородов C6–C10, углеводороды предельные C12–C19.

Методы

Изучены материалы за 2019 год, предоставленные ФГБУ «Приволжское УГМС» и ФБУЗ «Центр эпидемиологии и гигиены по Самарской области». Проанализированы географические карты, схемы расположения источников, метеорологические параметры, выбросы загрязняющих веществ и границы санитарно-защитных зон промышленных предприятий.

Также использованы данные метеостанций «Самара-Смышляевка», «Безенчукская», аэропорта Курумоч о скорости и направлении ветра, температуре воздуха, атмосферном давлении, облачности разных ярусов.

Определение относительного вклада различных промышленных предприятий и их выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух Куйбышевского района г. о. Самара проводилось на основе анализа имеющихся первичных данных. Изучались географические карты, схемы расположения источников, метеорологические параметры, выбросы загрязняющих веществ и границы санитарно-защитных зон промышленных предприятий, оценивались материалы за период 2018–2020 годов, представленные промышленными предприятиями, государственными службами – ФГБУ «Приволжское УГМС» и ФБУЗ «Центр эпидемиологии и гигиены по Самарской области» [12, 13, 15]. Для географической привязки и представления результатов расчета использовались спутниковые снимки с сайтов свободного доступа Google Maps и Яндекс-карты, а также ситуационные карты-схемы и схема расположения источников, точки рассеивания загрязняющих веществ, предоставленные предприятиями и управлением муниципальных информационных ресурсов. Точность взаимной привязки расположения источников по всем этим данным составляет 20–50 м, что достаточно для достижения целей данной работы.

Нормативы загрязнителей в мощности выброса крупных и средних предприятий Куйбышевского района сравнивались с официальными данными Федераль-

ной службы по надзору в сфере природопользования. На этапе скрининга оценивались среднегодовые и максимальные разовые концентрации приоритетных загрязняющих веществ, атмосферного воздуха, выбрасываемых предприятиями [1, 5, 11].

Проведено лабораторное исследование атмосферного воздуха в различные периоды года с учетом изменяющихся метеорологических условий в аккредитованной лаборатории (аттестат аккредитации РОСС RU.0001.516106 от 13.01.2016 г.) на современном аналитическом оборудовании методами хроматографического, электрохимического и фотометрического анализа. Определяли концентрацию сероводорода, фенола, диоксида азота, формальдегида, бензола, ксилола, толуола, этилбензола, серы диоксида, оксида углерода, суммы предельных углеводородов C1–C5, суммы предельных углеводородов C6–C10, углеводороды предельные C12–C19. За период проведения исследовательской работы выполнено 7 568 измерений максимальных концентраций изучаемых загрязняющих веществ. Для статистической обработки использован пакет «Анализ данных» в Microsoft Excel 2019. Соответствие распределений данных нормальному закону проверяли с помощью показателей асимметрии и эксцесса по правилу трех сигм. Для оценки статистических связей рассчитывали значения коэффициента корреляции Пирсона. Уровень значимости вычислений принимали не ниже $p = 0,05$.

Результаты

Куйбышевский район г. о. Самара относится к умеренно-континентальной климатической зоне. Климатические условия района охарактеризованы в табл. 1.

Таблица 1
Метеорологические характеристики Куйбышевского района г. о. Самара, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере

Наименование характеристики		Значение							
Коэффициент, зависящий от стратификации атмосферы, А		160							
Средняя температура жаркого месяца, Т°		+26,2							
Средняя температура холодного месяца, Т°		–16,5							
Скорость ветра, вероятность которой превышает 5 %, м/с		7,0							
Коэффициент, учитывающий рельеф местности		1,0							
Среднегодовая роза ветров, %	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	
	10	5,0	14,0	4,0	8,0	15	30	14	

Особенностью ветрового режима является преобладание в холодный период года юго-западных и южных ветров, в теплый период – западных и северо-западных ветров. Наиболее сильные ветры бывают южного направления, средняя годовая скорость ветра составляет 3,2–4,4 м/с. Роза ветров в районе за изучаемый период года представлена на рис. 1.

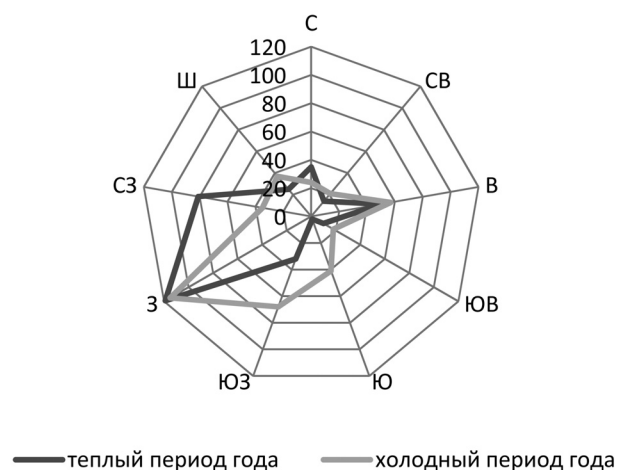


Рис. 1. Роза ветров в Куйбышевском районе г. о. Самара в период исследовательских работ в 2019 году

На экологическую обстановку Куйбышевского района оказывает влияние наличие предприятий химического и нефтехимического профиля, предприятий транспортного и строительного профиля, жилищно-коммунального хозяйства, а также интенсивные потоки грузового и легкового автотранспорта.

Для определения воздействия источников выбросов на прилегающие районы жилой застройки изучаемого района наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха проводятся специализированными службами: ФГБУ «Приволжское УГМС», ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии по Самарской области».

На рис. 2 представлена сравнительная характеристика по сезонам в 2019 году уровня загрязнения атмосферного воздуха приоритетными загрязнителями, вносящими наибольший вклад в загрязнение атмосферы изучаемого района – жилой застройки 116 км (район ПНЗ 8) и п. Волгарь (район ПНЗ 91).

Таким образом, наибольшая тенденция загрязнения атмосферы наблюдается в переходный период года, при смене атмосферного давления, а именно в осенние месяцы при южном и юго-западном направлении ветра.

Для выявления и анализа основных источников выбросов загрязняющих веществ, оказывающих влияние

на экологию изучаемого района, мы ранжировали выбросы загрязняющих веществ по 4 категориям: категория 1 – виды деятельности крупных промышленных предприятий района; категория 2 – виды деятельности средних и малых промышленных предприятий; категория 3 – виды деятельности микропредприятий; категория 4 – все другие антропогенные источники загрязнения, например транспортные, бытовые, коммерческие.

При анализе полученных результатов установлено, что 26 % общих выбросов загрязняющих веществ в атмосферу происходит из промышленных источников (категория 1). Большая часть выбросов (45 %) поступает из других антропогенных источников категории 4; выбросы от средних, малых и микропредприятий (категории 2, 3) малозначительны и составляют от общей суммы 13, 9, 7 % соответственно.

Далее проведен анализ вклада каждого предприятия в загрязнение окружающей среды, с учетом времени работы, количества выпускаемой продукции или перерабатываемых веществ. Для изучаемого района основным фактором, формирующим уровень загрязнения воздушного бассейна, являются промышленные выбросы предприятий с характерным для них составом примесей (смесь углеводородов, диоксид серы, оксиды азота, сероводород, ароматические углеводороды, аммиак, формальдегид). Для учета совместного влияния на среду обитания был проведен отбор объектов путем анализа природоохранной документации, характерный перечень веществ основных промышленных предприятий, выбрасываемых ими при осуществлении своей деятельности.

Для оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха выделены значимые предприятия района. По данным о выбросах для каждого промышленного предприятия дано предварительное ранжирование по мощности выброса веществ (в т/в год) и по выраженности неравномерного (импульсного) характера выброса. Информация использовалась далее при скрининге для выделения приоритетных источников загрязняющих веществ (рис. 3).

Лабораторные исследования концентрации загрязняющих веществ – сероводорода, фенола, диоксида

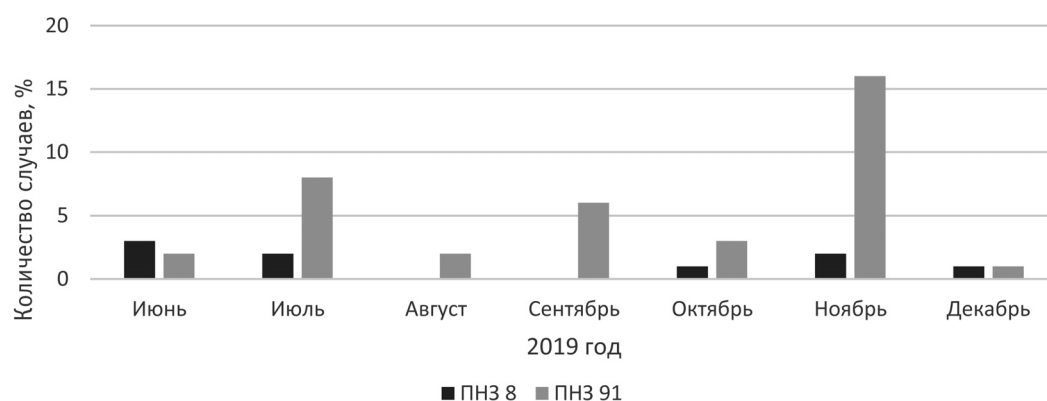


Рис. 2. Характеристика уровня загрязнения атмосферного воздуха Куйбышевского района г. о. Самара приоритетными загрязнителями по сезонам

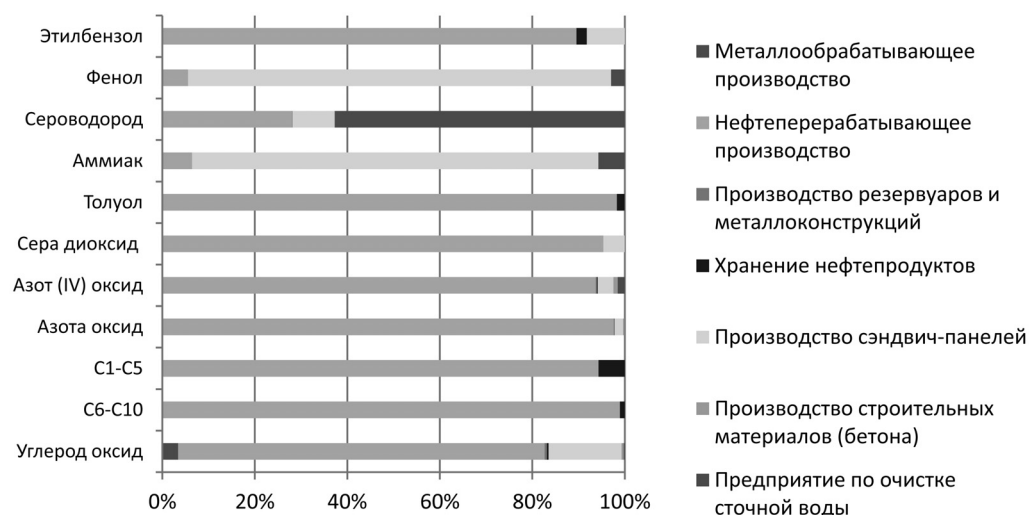


Рис. 3. Распределение анализируемых загрязняющих веществ в выбросах (%) основных предприятий Куйбышевского района г. о. Самара

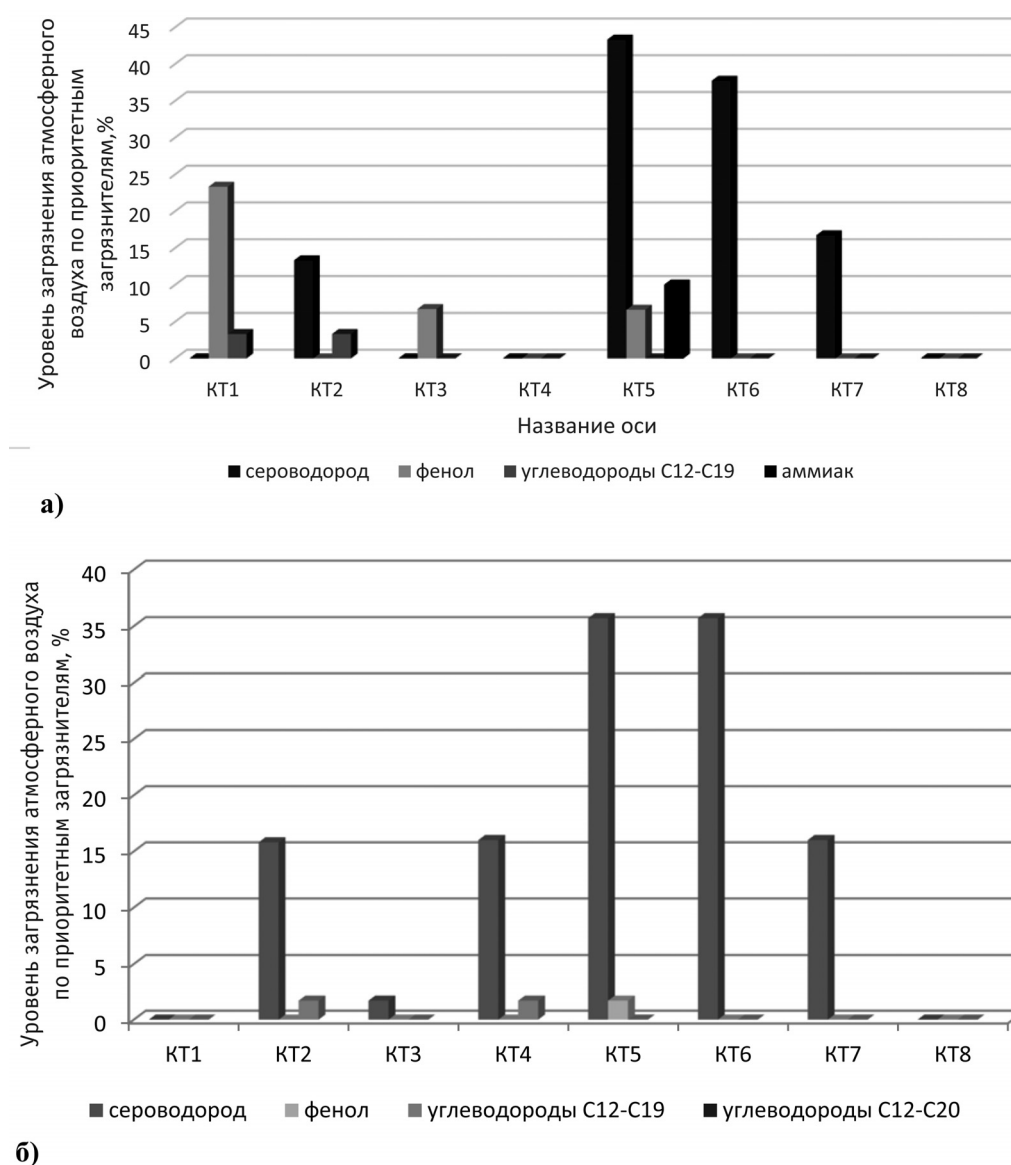


Рис. 4. Уровень загрязнения атмосферного воздуха в контрольных точках наблюдений (%) по приоритетным загрязнителям: а) в теплый период года (июнь – сентябрь); б) в холодный период года (сентябрь – декабрь)

азота, формальдегида, бензола, ксилола, толуола, этилбензола, серы диоксида, оксида углерода, углеводородов C1–C5, углеводородов C6–C10, углеводородов C12–C19 в атмосферном воздухе проводились с учетом разного режима ветра и его направления в изучаемом районе. По результатам исследований проведен сравнительный анализ уровня загрязнения атмосферного воздуха по приоритетным химическим веществам в зависимости от сезона года в контрольных точках наблюдений (рис. 4 а, б).

Обсуждение результатов

При анализе полученных результатов распределения выбросов загрязняющих веществ промышленного узла определено, что основной вклад в загрязнение аммиаком, углеводородами C1–C5, C6–C10, формальдегидом, толуолом, этилбензолом, фенолом вносят промышленные предприятия категории 1, в то время как около 70 % всех загрязнений сероводородом вносят предприятия категории 2 (рис. 5).

Автомобильный транспорт как основной источник загрязнения в изучаемом районе, относящийся к категории 4 антропогенных источников, также вносит значительный вклад в общий уровень загрязнения атмосферы изучаемой территории. В нашем исследовании производился расчет выбросов от передвижных источников — автомобильного транспорта, зарегистрированного на территории Самарской области, поскольку по иным видам транспорта и специальной техники в региональном разрезе статистический учет не ведется. При оценке полученных результатов выявлено, что каждый час область воздуха, находящаяся в районе исследуемых участков, загрязняется примерно на 12 714,03 л — углерод оксидом, на 2 183,95 л — углеводородами, на 1 009,98 л — диоксидом азота, что свидетельствует о значительной роли автотранспорта по некоторым загрязняющим веществам, присутствующим в атмосферном воздухе изучаемого района (табл. 2).

Таблица 2

Распределение выбросов (л) в зависимости от вида топлива на исследуемых участках автодороги Куйбышевского района г.о. Самара

Тип автотранспорта	Участок автотрассы по ул. Бакинская			Участок автотрассы по ул. Фасадная		
	CO, л	Углеводороды (CH ₄), л	NO ₂ , л	CO, л	Углеводороды (CH ₄), л	NO ₂ , л
Бензин	7730,53	1288,42	515,37	4496,36	749,39	299,76
Дизельное топливо	296,86	89,06	118,74	190,28	57,08	76,11
Всего:	8027,39	1377,48	634,11	4686,64	806,47	375,87

При оценке полученных данных с учетом спектра основных выбросов загрязняющих веществ и их источников можно сделать вывод о значительном вкладе нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности изучаемого района в загрязнение атмосферы смесью углеводородов, диоксидом серы, оксидами азота, оксидом углерода. Данный вклад составляет более 80 % общего количества выбросов предприятий. Кроме того, выбросы аммиака в основном осуществляются предприятиями по производству металлических конструкций, сэндвич-панелей, бетона и другими и составляют более 80 % от всех выбросов. Выбросы сероводорода в районе обусловлены деятельностью предприятий по очистке сточной воды, которые осуществляют выброс более 90 % данного соединения.

В целом все источники загрязняющих выбросов можно разделить на четыре категории, каждая из которых вносит наибольший вклад в неблагоприятную экологическую ситуацию изучаемого района по конкретным веществам: сероводороду, аммиаку, меркаптанам — предприятия по очистке сточной воды, многочисленные аварии на канализационных сетях района; по фенолу, формальдегиду, аммиаку — интенсивные потоки грузового и легкового автотран-

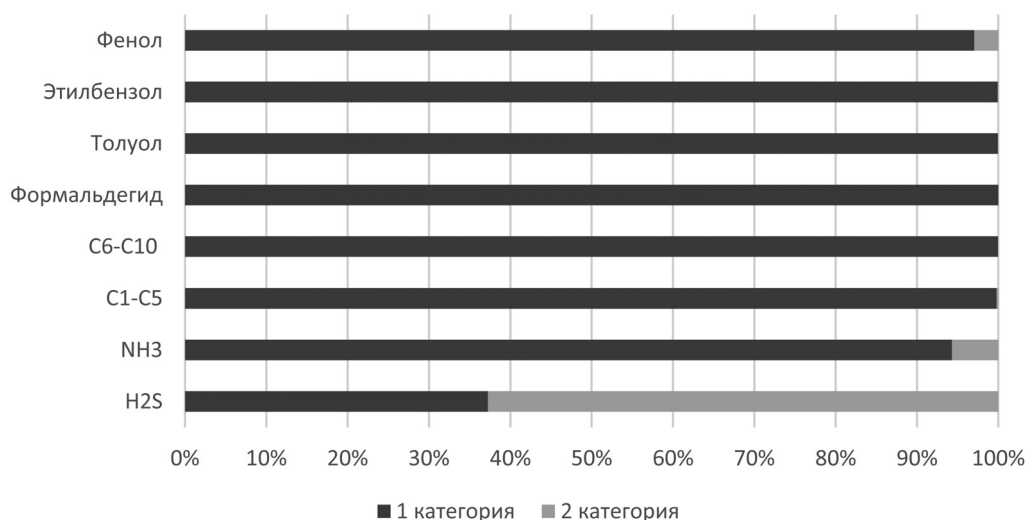


Рис. 5. Распределение загрязняющих веществ (%), образующихся в процессе промышленной деятельности предприятий на территории Куйбышевского района г. о. Самара

спорта, предприятия по производству металлических конструкций, сэндвич-панелей, бетона; по диоксиду серы, оксидам азота и оксиду углерода, смесям углеводородов — предприятия нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.

При лабораторном исследовании концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе изучаемого района выявлено, что приоритетными загрязняющими веществами являются сероводород, фенол, углеводороды C12–C19, формальдегид, аммиак. Как известно, сероводород, фенол, смесь углеводородов C12–C19, согласно механизмам их биологического действия, при незначительном содержании в воздухе ощутимы на запах, что объясняет поступающие периодически жалобы от населения Куйбышевского района. В нашем исследовании в большинстве проб атмосферного воздуха обнаружены концентрации на уровне 0,2–0,4 ПДК, их токсичность соответствует допустимому и даже минимальному уровню согласно классификации медико-социальных рисков [6].

Однако в период с июня по декабрь 2019 года в районе жилой застройки также зафиксировано превышение ПДК анализируемых веществ в 167 пробах, что составило 16,4 % от всех исследуемых проб. Причем превышение по сероводороду регистрировалось до 5,6 ПДК, по фенолу — до 1,3 ПДК.

Полученные результаты согласуются с данными Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации за 2019 год, которые свидетельствуют о том, что качество атмосферного воздуха в городах (по отдельным показателям) по-прежнему сохраняется неудовлетворительным. В 133 городах с населением 50,6 млн человек средняя за год концентрация какой-либо примеси превышает 1 ПДК [3]. По итогам проведенных в 2018–2019 годах исследований качества атмосферного воздуха в различных районах г. о. Самара в целом отмечен рост уровня загрязнения атмосферы аммиаком, снижение — формальдегидом, хлоридом водорода, диоксидом азота, содержание оксида углерода оставалось стабильным. Зафиксированы разовые превышения предельно допустимой концентрации сероводорода в атмосферном воздухе Куйбышевского района (п. Волгарь), что подтверждается и в нашем исследовании. Необходимо отметить, что случаи превышения ПДК по сероводороду, фенолу, углеводородам в воздушном бассейне других районах городского округа за период исследования не выявлялись. Однако были выявлены случаи превышения концентрации в атмосферном воздухе аммиака (в Промышленном районе) и формальдегида (в Кировском районе) [15], что, вероятно, обусловлено наличием промышленных предприятий и других источников, в частности большим автотранспортным потоком.

При лабораторном определении концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе выявлена зависимость их содержания от времени года, что также согласуется с данными экологических бюллетеней Самарской области за соответствующие

месяцы. Особенностью ветрового режима изучаемого района является преобладание в холодный период года юго-западных и южных ветров, в теплый период — западных и северо-западных ветров. В связи с этим с учетом месторасположения источников выбросов в летний период года случаи превышения концентрации загрязняющих веществ фиксировались реже, чем в холодный период. За исследуемый период они составили 15 % от всех анализируемых проб. В холодный период года при преобладании юго-западного и западного направлений ветра, постоянной смене атмосферного давления чаще фиксируется превышение концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, что составляет 23,3 % от исследуемых проб.

При анализе причин загрязнения атмосферного воздуха с учетом розы ветров в различных точках жилой застройки выявлено, что в районе 116 км основную роль играет деятельность близлежащих средних и мелких предприятий, аварийные случаи на коммунальных сетях, сеть АЗС. На территории пос. Волгарь вклад в загрязнение атмосферного воздуха в большей степени вносят очистные коммунальные сооружения, объекты строительства и интенсивный автомагистральный поток.

Полученные нами результаты свидетельствуют об эффективности выбранной методологии анализа степени влияния загрязнителей на качество атмосферного воздуха и возможности ее применения для определения состояния воздушного бассейна в жилых районах, расположенных вблизи промышленных предприятий. Согласно данному подходу для комплексной оценки необходимо исследование метеорологической ситуации, а также использование аналитических и инструментальных методов для определения качества воздуха по содержанию в нем приоритетных ксенобиотиков — продуктов выбросов предприятий определенного вида промышленности в различные периоды года. Это позволит осуществлять постоянный мониторинг ситуации на различных территориях и оперативно реагировать на возникающие изменения состава атмосферного воздуха с целью их регулирования и снижения медико-социальных рисков.

Таким образом, в исследуемом районе г. о. Самара население подвергается неблагоприятному воздействию химических загрязнителей атмосферного воздуха, источниками которого являются предприятия различного рода деятельности, а также автотранспорт. Ксенобиотики в составе атмосферного воздуха не только оказывают пагубное действие на состояние воздушного бассейна территории, но и отрицательно влияют на здоровье человека, нарушая работу органов и систем, что повышает их медико-социальные риски [14, 16, 21, 23].

Выводы:

1. Неблагоприятную экологическую ситуацию изучаемого района по конкретным загрязнителям создают четыре категории источников, при этом наибольший вклад вносят крупные промышленные

предприятия, осуществляющие определенный вид деятельности, и автотранспорт.

2. Приоритетными загрязняющими веществами атмосферного воздуха Куйбышевского района г. о. Самара в 2019 году, по данным проведенного лабораторного контроля, являлись сероводород, фенол, углеводороды C12–C19, формальдегид, аммиак. При этом концентрации сероводорода, фенола, смеси углеводородов C12–C19 в атмосферном воздухе изучаемого района соответствуют минимальному уровню медико-социальных рисков.

3. Анализ загрязнения атмосферного воздуха с учетом ветрового режима свидетельствует о преобладании случаев превышения концентрации загрязняющих веществ в холодный период года по сравнению с летним.

4. Основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха на территории жилой застройки 116 км (район ПНЗ 8) с учетом юго-западного и западного ветров вносит деятельность близлежащих средних и мелких предприятий, аварийные случаи на коммунальных сетях, сеть АЗС; на территории п. Волгарь (район ПНЗ 91) вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносят очистные коммунальные сооружения, объекты строительства и интенсивный автомагистральный поток.

Авторство

Мякишева Ю. В. — организатор исследования, предложила идею статьи, разработала ее концепцию, внесла существенный вклад в дизайн исследования, окончательно утвердила присланную в редакцию рукопись; Михайлюк Н. А. проводила лабораторное исследование, участвовала в анализе данных и подготовке первого варианта статьи, написании окончательной рукописи статьи; Федосейкина И. В. участвовала в планировании обработки данных, контролировала выполнение статистического анализа, участвовала в написании рукописи статьи; Халитова Ю. А. внесла вклад в дизайн исследования и редактирование рукописи; Дудина А. И. участвовала в планировании исследования и написании рукописи статьи. Все авторы утвердили окончательную версию рукописи.

Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов.

Мякишева Юлия Валерьевна — ORCID 0000-0003-0947-511X; SPIN 5057-9838

Михайлюк Наталья Александровна — ORCID 0000-0002-8234-6552; SPIN 8379-0373

Федосейкина Ирина Валерьевна — ORCID 0000-0001-5358-1839; SPIN 6797-8650

Халитова Юлия Аббясовна — ORCID 0000-0002-3527-2255; SPIN 7258-4323

Дудина Алла Ивановна — ORCID 0000-0002-0400-3554; SPIN 2718-5821

Список литературы / References

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году» / Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. М., 2018. С. 890.

State report «About the state and Environmental protection of the Russian Federation in 2017». Ministry of natural resources and ecology of Russian Federation. Moscow. 2018, 890 p. [In Russian]

2. Голиков Р. А., Суржииков Д. В., Кислицина В. В., Штайгер В. А. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье населения // Научное обозрение. Медицинские науки. 2017. № 5. С. 20–31.

Golikov R. A., Surzhikov D. V., Kislitsina V. V., Shteyger V. A. Influence of environmental pollution on public health (literature review). *Nauchnoe obozrenie. Meditsinskie nauki* [Scientific review. Medical Sciences]. 2017, 5, pp. 20-31. [In Russian]

3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году» / Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. М., 2020. С. 890.

State report «On the state and protection of the environment of the Russian Federation in 2019». Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation. Moscow, 2020, p. 890. [In Russian]

4. Долгушина Н. А., Кувшинова И. А. Оценка загрязнения атмосферного воздуха промышленных городов Челябинской области и неканцерогенных рисков здоровью населения // Экология человека. 2019. № 6. С. 17–22.

Dolgushina N. A., Kuvshinova I. A. Assessment of atmospheric air pollution in industrial cities of the Chelyabinsk region and non-carcinogenic risks to the health of the population. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2019, 6, pp. 17-22. [In Russian]

5. Ефимова Н. В., Рукавишников В. С., Кауров П. К. Факторы окружающей среды: опыт комплексной оценки. НЦ РБХ СО РАМН, 2010. С. 232.

Elimova N. V., Rukavishnikov V. S., Kaurov P. K. *Environmental factors: the experience of a comprehensive assessment*. Moscow, 2010, p. 232. [In Russian]

6. О классификациях и критериях, используемых при осуществлении медико-социальной экспертизы граждан федеральными государственными учреждениями медико-социальной экспертизы: приказ Министерства труда и социального развития РФ от 27 августа 2019 г. № 585н. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72921006/> (дата обращения: 10.06.2019).

On the classifications and criteria used in the implementation of medical and social expertise of citizens by federal state institutions of medical and social expertise: order of the Ministry of Labor and Social Development of the Russian Federation of August 27, No. 2019 585n. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72921006/> (accessed: 10.06.2019). [In Russian]

7. Об охране окружающей среды: федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ.2015. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 11.06.2019).

On Environmental Protection: Federal Law of 10.01.2002 No. 7-FZ.2015. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (accessed: 11.06.2019). [In Russian]

8. О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации: федеральный закон от 21.07.2014 № 219. 2016. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_165823/ (дата обращения: 11.06.2019).

On Amendments to the Federal Law “On Environmental Protection” and Certain Legislative Acts of the Russian Federation: Federal Law of 21.07.2014 No. 219. 2016. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_165823/ (accessed: 11.06.2019). [In Russian]

9. Пашкевич М. А., Баркан М. Ш., Шариков Ю. В. Экологические проблемы мегаполисов и промышленных агломераций: учеб. пособие. СПб., 2010. 202 с.

Pashkevich M. A., Barkan M. Sh., Sharikov Yu. V. Ecological problems of mega-policies and industrial agglomerations. *Textbook. allowance*. Saint Petersburg, 2010, p. 202. [In Russian]

10. Рахманин Ю. А. Актуализация проблем экологии человека и гигиены окружающей среды и пути их решения // Гигиена и санитария. 2012. № 5. С. 4–8.

Rakhmanin Yu. A. Actualization of problems of human ecology and environmental hygiene and ways to solve them. *Gigiena i Sanitariya*. 2012, 5, pp. 4-8. [In Russian]

11. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест. 2001. № 2711. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901787814/titles/3KI2TSB> (дата обращения: 15.06.2019).

SanPiN 2.1.6.1032-01. Hygienic requirements for ensuring the quality of atmospheric air in populated areas. 2001, No. 2711. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901787814/titles/3KI2TSB> (accessed: 15.06.2019). [In Russian]

12. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. 2007. № 74. URL: <https://base.garant.ru/12158477/b89690251be5277812a78962f6302560/> (дата обращения: 11.06.2019).

SanPiN 2.2.1/2.1.1.1200-03. Sanitary protection zones and sanitary classification of enterprises, structures and other facilities. 2007, No. 74. URL: <https://base.garant.ru/12158477/b89690251be5277812a78962f6302560/> (accessed: 11.06.2019). [In Russian]

13. Сазонова О. В., Сухачева И. Ф., Дроздова И. И., Якунова Е. М., Галицкая А. В. Роль автотранспорта в загрязнении среды обитания и влияние на здоровье населения Самарской области // Известия Самарского научного центра Российской Академии наук. 2013. № 3 (6). С. 1944–1947.

Sazonova O. V., Sukhacheva I. F., Drozdova I. I., Yakunova E. M., Galitskaya A. V. The role of vehicles in the pollution of the environment and the impact on the health of the population of the Samara region. *Известия Самарского научного центра Российской Академии наук* [News of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. 2013, 3 (6), pp. 1944-1947. [In Russian]

14. Турбинский В. В., Коротаева О. Д. Оценка опасности суммации вредного действия атмосферных загрязнений промышленными выбросами для здоровья населения // Социально-гигиенический мониторинг и вопросы профпатологии в Сибирском федеральном округе: Материалы научно-практической конференции, Новосибирск, 14–15 октября, 2010. С. 225–230.

Turbinsky V. V., Korotaeva O. D. Assessment of the hazard of summation of the harmful effect of atmospheric pollution by industrial emissions for the health of the population. In: *Social-hygienic monitoring and issues of occupational pathology in the Siberian Federal District. Materials of scientific-practical. Conf.* Novosibirsk, October 14-15, 2010, pp. 225-230. [In Russian]

15. Экологический бюллетень Самарская область / Приволжское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Самара, 2018. № 1–12., Самара, 2019. № 1–12.

Ecological bulletin Samara region. Publishing house of the

Federal State Budgetary Institution. Privolzhsk Department for Hydrometeorology and Environmental Monitoring. Samara, 2019, No. 1-12. [In Russian]

16. Bai L., Wang J., Ma X., Lu H. Air Pollution Forecasts. An Overview. *Int J Environ Res Public Health*. 2018, 15 (4), p. 780.

17. Burns J., Boogaard H., Polus S. Interventions to reduce ambient particulate matter air pollution and their effect on health. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019, 5.

18. Davalos A. D., Luben T. J., Herring A. H., & Sacks J. D. Current approaches used in epidemiologic studies to examine short-term multipollutant air pollution exposures. *Annals of epidemiology*. 2017, 27 (2), pp. 145-153.

19. Im U., Brandt J., Geels C. Assessment and economic valuation of air pollution impacts on human health over Europe and the United States as calculated by a multi-model ensemble in the framework of AQMEII3. *Atmos Chem Phys*. 2018, 18 (8), pp. 5967-5989.

20. Hahad O., Lelieveld J., Birklein F., Lieb K., Daiber A., Münzel T. Ambient Air Pollution Increases the Risk of Cerebrovascular and Neuropsychiatric Disorders through Induction of Inflammation and Oxidative Stress. *Int J Mol Sci*. 2020 Jun 17, 21 (12), p. 4306.

21. Kelly F. J., Fussell J. C. Air pollution and public health: emerging hazards and improved understanding of risk. *Environ Geochem Health*. 2015, 37 (4), pp. 631-649.

22. Min K. D., Kwon H. J., Kim K., Kim S. Y. Air Pollution Monitoring Design for Epidemiological Application in a Densely Populated City. *Int J Environ Res Public Health*. 2017, 14 (7).

23. Mitsan E. L., Kuvshinova I. A., Baklukova T. V. Complex health-improving pedagogical work with school children in the city with a developed ferrous metal industry. The collection includes 12-h International Scientific and Practical Conference Science and Society by SCIEUKO in London. 24-29 May 2018, pp. 118-122.

24. Tessum M. W., Larson T., Gould T. R., Simpson C. D., Yost M. G., & Vedal S. Mobile and Fixed-Site Measurements to Identify Spatial Distributions of Traffic-Related Pollution Sources in Los Angeles. *Environmental science & technology*. 2017, 52 (5), pp. 2844-2853.

25. Tulchinsky, Theodore Herzl and Elena A. Varavikova. Environmental and Occupational Health. The New Public Health. 2014, pp. 471-533.

26. Xu B., Lin B. Regional differences of pollution emissions in China. Contributing factors and mitigation strategies. *J. Clean. Prod.* 2016, 112, pp. 1454-1463.

27. Yang M., Fan H., Zhao K. Fine-Grained Spatiotemporal Analysis of the Impact of Restricting Factories, Motor Vehicles, and Fireworks on Air Pollution. *Int J Environ Res Public Health*. 2020, 17, p. 4828.

Контактная информация:

Мякишева Юлия Валерьевна — доктор медицинских наук, зав. кафедрой общей и молекулярной биологии ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Адрес: 443099, Российская Федерация, г. Самара, ул. Чапаевская, 89

E-mail: ymyakisheva@yandex.ru