



Горбанев С.А.¹, Маркова О.Л.¹, Еремин Г.Б.¹, Мозжухина Н.А.²,
Копытенкова О.И.^{1,3}, Карелин А.О.⁴

Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха в районе расположения предприятия по производству минеральных удобрений

¹ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург, Россия;

²ФГБОУВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 191015, Санкт-Петербург, Россия;

³ФГБОУВО «Санкт-Петербургский государственный университет», 199034, Санкт-Петербург, Россия;

⁴ФГБОУВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 197022, Санкт-Петербург, Россия

Введение. Сложная экологическая ситуация, складывающаяся на промышленно развитых территориях, требует управленческих решений, позволяющих обеспечить надлежащее качество атмосферного воздуха в целях охраны здоровья населения. Анализ качества атмосферного воздуха базируется на сведениях из различных систем наблюдения: социально-гигиенического и экологического мониторингов, производственного контроля, результатах мероприятий по контролю, проводимому Роспотребнадзором, Росприроднадзором, органами по охране окружающей среды субъектов Российской Федерации.

Материалы и методы. В настоящей работе выполнен анализ проектов нормативов допустимых выбросов и санитарно-защитной зоны, результатов социально-гигиенического и экологического мониторингов, производственного контроля, а также собственных лабораторно-инструментальных исследований атмосферного воздуха на границе предприятия химической промышленности и ближайшей жилой застройки. Исследования выполнены на базе ИЛЦ ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» и химико-аналитического центра «Арбитраж» ФГУП ВНИИМ им. Д.И. Менделеева.

Результаты. В результате проведенного исследования установлено, что на территории жилой застройки концентрации загрязняющих веществ не превышали ПДК м.р. как по данным различных мониторинговых систем, так и по результатам собственных исследований и в основном соответствовали проектным значениям; однако содержание аммиака превышало расчётные проектные величины в 3 раза. На границе промплощадки предприятия концентрации аммиака и дифосфор пентаоксида были сопоставимы с ПДК м.р., в то время как соляная кислота и фториды газообразные не были обнаружены ни на границе промплощадки, ни в ближайшей жилой застройке.

Заключение. На основании проведенных исследований и анализа проектной документации скорректированы программы мониторинга качества атмосферного воздуха, разработана схема гигиенической оценки, которая может быть применена при анализе качества атмосферного воздуха в районах размещения предприятий по производству минеральных удобрений.

Ключевые слова: качество атмосферного воздуха; санитарно-защитная зона; выбор приоритетных химических веществ; проектные расчётные концентрации

Для цитирования: Горбанев С.А., Маркова О.Л., Еремин Г.Б., Мозжухина Н.А., Копытенкова О.И., Карелин А.О. Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха в районе расположения предприятия по производству минеральных удобрений. *Гигиена и санитария*. 2021; 100 (8): 755–761. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-8-755-761>

Для корреспонденции: Маркова Ольга Леонидовна, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. отд. анализа рисков здоровью населения ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья». E-mail: olleonor@mail.ru

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов: Горбанев С.А., Еремин Г.Б., Мозжухина Н.А. – концепция и дизайн исследования; Маркова О.Л. – сбор и обработка материалов; Еремин Г.Б., Копытенкова О.И., Маркова О.Л. – написание текста; Мозжухина Н.А., Копытенкова О.И. – редактирование; Еремин Г.Б. – утверждение окончательного варианта статьи; Карелин А.О. – ответственность за целостность всех частей статьи.

Поступила 30.03.2021 / Принята к печати 2021 / Опубликовано 31.08.2021

Sergey A. Gorbanev¹, Ol'ga L. Markova¹, Gennady B. Yeregin¹, Natalya A. Mozzhukhina²,
Olga I. Kopytenkova^{1,3}, Aleksandr O. Karelin⁴

Features of hygienic assessment of atmospheric air quality in the area of the location of the enterprise for the production of mineral fertilizers

¹North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, 191036, Russian Federation;

²North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint-Petersburg, 191015, Russian Federation;

³St.Petersburg State University, Saint Petersburg, 199034, Russian Federation;

⁴I.P. Pavlov First Saint-Petersburg State Medical University, Saint-Petersburg, 197022, Russian Federation

Introduction. The problematic environmental situation in the industrialized territories requires precise management decisions to ensure the excellent quality of atmospheric air to protect public health. Information on the atmospheric air quality is based on data from various monitoring systems: socio-hygienic, environmental, production control, as well as the results of control measures carried out by Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing (Rosпотребнадзор) and Federal Service for Supervision of Natural Resources of the Russian Federation (Rosприроднадзор).

Materials and methods. The analysis of normative permissible emissions, sanitary protection zones projects, the results of socio-hygienic and environmental monitoring, production control, as well as carried out own laboratory, and instrumental laboratory studies of 130 samples of atmospheric air in the sanitary protection zone of the chemical industry enterprise and the nearest residential area. The research was based on the North-West Public Health Research Centre and the chemical-analytical centre "Arbitrage", D.I. Mendeleev Research Institute for metrology.

Results. According to various monitoring systems and the results of own research, on the territory of residential buildings, the concentrations of pollutants did not exceed the MAC, mainly corresponded to the design values. However, the ammonia content in the atmospheric air on the territory of the nearest building to the enterprise exceeded the calculated design values by three times. At the border of the industrial site of the enterprise for ammonia and diPhosphorpentaoxide, concentrations comparable to the MAC were recorded, while hydrochloric acid and gaseous fluorides were not detected either at the border of the industrial site or in the nearest residential development.

Conclusions. The programs of air quality control monitoring are based on the research and analysis of the project documentation. The developed scheme for monitoring atmospheric air can be applied to assess atmospheric air quality in areas around mineral fertilizer production enterprises.

Keywords: air quality; sanitary protection zone; selection of priority chemicals; estimated project concentrations

For citation: Gorbanev S.A., Markova O.L., Yeregin G.B., Mozhukhina N.A., Kopytenkova O.I., Karelin A.O. Features of hygienic assessment of atmospheric air quality in the area of the location of the enterprise for the production of mineral fertilizer. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2021; 100 (8): 755-761. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-8-755-761> (In Russ.)

For correspondence: Ol'ga L. Markova, MD, PhD, senior researcher, Department of Population Health Risks Analysis, North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, 191036, Russian Federation. E-mail: olleonmar@mail.ru

Information about authors:

Gorbanev S.A., <https://orcid.org/0000-0002-5840-4185>

Markova O.L., <https://orcid.org/0000-0002-4727-7950>

Yeregin G.B., <https://orcid.org/0000-0002-1629-5435>

Mozhukhina N.A., <https://orcid.org/0000-0002-8051-097X>

Kopytenkova O.I., <https://orcid.org/0000-0001-8412-5457>

Karelin A.O., <https://orcid.org/0000-0003-2467-7887>

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Contribution: Gorbanev S.A. — the concept and design of the study; Markova O.L. — collection and processing of materials, writing text; Yeregin G.B. — the concept and design of the study, writing text, editing; Mozhukhina N.A. — the concept and design of the study, editing; Kopytenkova O.I. — writing text, editing; Karelin A.O. — editing. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Received: March 30, 2021 / Accepted: , 2021 / Published: August 31, 2021

Введение

Многие виды деятельности человека, связанные с развитием промышленности, сопровождаются загрязнением атмосферного воздуха населённых мест. Особенно острая экологическая ситуация складывается на урбанизированных территориях¹, которые характеризуются одновременным сосредоточением производственных комплексов и селитебных зон [1–10]. В целях охраны здоровья граждан на таких территориях необходимы адекватные управленческие решения, принятие которых возможно при наличии достоверных сведений о качестве атмосферного воздуха [2, 4, 10–14].

В настоящее время существуют следующие источники информации о качестве атмосферного воздуха населённых мест: социально-гигиенический² и экологический мониторинг^{3,4,5} производственный контроль⁶, а также результаты мероприятий по контролю (надзору), проводимые Роспотребнадзором, Росприроднадзором, органами по охране окружающей среды субъектов Российской Федерации за деятельностью

хозяйствующих субъектов⁷ и соблюдением санитарно-эпидемиологического и природоохранного законодательства. Каждый из перечисленных источников имеет свои цели и задачи, принципы выбора точек контроля и разработки программы наблюдений [12, 15–20]. В то же время не проводится комплексный анализ всех получаемых данных.

При проведении социально-гигиенического мониторинга (СГМ) одной из основных задач является «гигиеническая оценка (диагностика) факторов среды обитания человека и состояния здоровья населения», что в полной мере относится к оценке качества атмосферного воздуха, выявлению изменений и прогнозу состояния здоровья населения, обусловленного этим фактором. Программы оценки качества воздуха в рамках СГМ ориентированы на загрязняющие вещества, которые потенциально представляют наибольшую угрозу для здоровья человека при кратковременном и/или длительном воздействии за счёт формирования рисков для здоровья человека [19–21].

Целью экологического мониторинга является наблюдение за уровнем загрязнения атмосферы, обусловленного хозяйственной деятельностью, и метеорологическими условиями, а также прогноз ожидаемых изменений качества воздуха [15, 17, 18]. Система государственного экологического мониторинга имеет порядок, определяющий количество постов наблюдений, их размещение, программу и сроки наблюдений. Этот порядок закреплён РД 52.04.186–89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы, РД 52.04.667–2005 «Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения» и ГОСТом 17.2.3.01–86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населённых мест».

⁷ Постановление Правительства РФ от 05.06.2013 г. № 476 (ред. от 26.10.2019 г.) «О вопросах государственного контроля (надзора) и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации» (вместе с «Положением о федеральном государственном надзоре в области связи», «Положением о государственном надзоре в области охраны атмосферного воздуха», «Положением о государственном надзоре в области использования и охраны водных объектов», «Положением о федеральном государственном надзоре в области охраны, воспроизводства и использования объектов животного мира и среды их обитания», «Положением о федеральном государственном пожарном надзоре в лесах», «Положением о государственном ветеринарном надзоре», «Положением о федеральном государственном санитарно-эпидемиологическом надзоре».

¹ Федеральный закон от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ (ред. от 26.07.2019 г.) «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

² Постановление Правительства РФ от 02.02.2006 г. № 60 (ред. от 25.05.2017 г.) «Об утверждении Положения о проведении социально-гигиенического мониторинга».

³ Федеральный закон от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ (ред. от 31.07.2020 г.) «Об охране окружающей среды».

⁴ Постановление Правительства РФ от 09.08.2013 г. № 681 (ред. от 30.11.2018 г.) «О государственном экологическом мониторинге (государственном мониторинге окружающей среды) и государственном фонде данных государственного экологического мониторинга (государственном мониторинге окружающей среды)» (вместе с «Положением о государственном экологическом мониторинге (государственном мониторинге окружающей среды) и государственном фонде данных государственного экологического мониторинга (государственном мониторинге окружающей среды)»).

⁵ Приказ Росгидромета от 15.07.2013 г. № 375 (ред. от 20.09.2018 г.) «О выполнении постановления Правительства Российской Федерации от 6 июня 2013 г. № 477 «Об осуществлении государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды».

⁶ СП 1.1.1058–01. 1.1. Общие вопросы. Организация и проведение производственного контроля за соблюдением Санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий.

Производственный контроль представляет собой комплекс мер по оценке влияния деятельности хозяйствующего субъекта на атмосферный воздух.

Порядок выбора точек и формирования программ мониторинга качества воздуха в рамках СГМ нормативно не закреплён. Инструктивное письмо Роспотребнадзора об организации лабораторного контроля при проведении СГМ определяет принципы выбора мест измерений, которые близки тем, что установлены Росгидрометом: «...стационарный и маршрутный посты размещаются в местах, выбранных на основе предварительного исследования загрязнения воздушной среды населённого пункта промышленными выбросами, выбросами автотранспорта, бытовыми и другими источниками и условий их рассеивания⁸. Стационарные и маршрутные посты размещаются в жилых районах с различным типом застройки. Размещение постов определяется с учётом наибольшей плотности и численности населения, размещения промышленных зон, сети магистралей. Для оценки приоритетности загрязняющих веществ должен быть выполнен сбор информации и созданы необходимые базы данных...» В 2019 г. утверждены методические рекомендации МР 2.1.6.0157-19 «Формирование программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха и количественная оценка экспозиции населения для задач социально-гигиенического мониторинга». Но их использование не является обязательным и пока не нашло широкого применения.

В методических документах в отношении СГМ декларируется необходимость: сопряжения СГМ и санитарно-эпидемиологического контроля в области охраны атмосферного воздуха, а также сопряжения его результатов с результатами производственного автоматического контроля выбросов загрязнений в атмосферный воздух с результатами мониторинга качества атмосферного воздуха в районе воздействия источника и единого комплексного подхода при организации государственного надзора и производственного контроля качества атмосферного воздуха [22–25]. Вместе с тем нормативной и методической базы для такой интеграции недостаточно [26].

В существующих системах контроля качества атмосферного воздуха выбор оптимального перечня измеряемых показателей, количества и мест размещения точек отбора проб остаётся серьёзной задачей [22–25]. Одним из важнейших инструментов совершенствования системы выбора точек и перечня загрязняющих веществ для контроля стал пространственный анализ полей концентраций в результате использования автоматизированных программ расчётов рассеивания выбросов. Однако расчёты рассеивания не всегда могут являться единственной основой для формирования программ наблюдения, так как требуют верификации с данными автоматизированных систем контроля и учёта выбросов и/или инструментальными исследованиями [22–26].

На практике имеют место случаи, когда промышленные предприятия увеличивают объёмы производства, внедряют новые технологии и соответственно увеличивают выброс загрязнений в атмосферный воздух, что может привести к ухудшению качества атмосферного воздуха [27, 28].

В настоящей работе проведены исследования, направленные на совершенствование систем мониторинга атмосферного воздуха, на примере одного из городов Российской Федерации, в промышленной зоне которого динамично развиваются современные производства, а также идёт жилая застройка. Данный случай можно рассматривать как модельный, так как рассматриваемое предприятие является градообразующим и другие крупные источники загрязнения атмосферного воздуха в городе отсутствуют.

Цель исследования — совершенствование организации мониторинга качества атмосферного воздуха, позволяющего объективно оценить состояние воздушной среды на территории жилой застройки, в зоне влияния промышленных выбросов предприятия.

Для достижения поставленной цели разработана схема действий для уточнения перечня приоритетных вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу, и проведены лабораторно-инструментальные исследования атмосферного воздуха.

Материалы и методы

В ходе работы выполнен анализ проектов предельно допустимых (ПДВ) (нормативов допустимых (НДВ)) выбросов и санитарно-защитной зоны (СЗЗ), результатов социально-гигиенического и экологического мониторингов, производственного контроля, результатов исследований, выполненных органами по охране окружающей среды субъектов Российской Федерации, а также проведены собственные лабораторно-инструментальные измерения атмосферного воздуха.

Основными видами деятельности предприятия являются производства минеральных удобрений, триполифосфатов натрия, экстракционной фосфорной и серной кислоты. По основному виду деятельности в соответствии с СанПиН 2.2.1./2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» (новая редакция с изменениями и дополнениями) предприятие относится к 1-му классу опасности (раздел 7.1.1, класс I, п. 1 «Производство связанного азота (аммиака, азотной кислоты, азотно-туковых и других удобрений)» с размером ориентировочной СЗЗ 1000 м. Размеры ориентировочной СЗЗ не выдержаны. Они сокращены с учётом сложившейся градостроительной ситуации и имеющихся планировочных ограничений. Проектными материалами обоснована СЗЗ переменного размера от 10 до 1000 м от границы земельного участка основной промплощадки.

Наблюдения в рамках производственного контроля проводятся на границе СЗЗ и ближайшей жилой застройки (на расстоянии 344 м в юго-западном направлении от границы промплощадки предприятия) по следующим показателям: фториды газообразные, азота диоксид, взвешенные вещества, оксид углерода, диоксид серы, соляная кислота с учётом розы ветров. Всего в наш анализ включено 240 измерений, полученных в ходе производственного контроля.

В рамках СГМ (пост наблюдения в центральной части города — 1,8 км от предприятия) определяли: диоксид азота, диоксид серы, серная кислота, оксид углерода, взвешенные вещества, фториды газообразные. Всего в наш анализ включено 480 измерений, полученных в ходе СГМ.

При проведении разовых исследований в ходе экологического контроля (30–850 м от границы промплощадки предприятия) наряду с веществами, указанными в перечне СГМ, дополнительно определяли азота оксид, аммиак, сероводород, метилбензол, диметилбензол, этилбензол, формальдегид, соляная кислота, сероуглерод, фенол. Результаты контроля качества атмосферного воздуха, выполненные с мая по октябрь 2019 г., представлены в таблице. Всего в наш анализ включено 360 измерений, полученных в рамках экологического контроля.

Проводимые нами исследования включали измерения концентраций приоритетных для выбросов данного предприятия атмосферных загрязнений: азота диоксид, сера диоксид, аммиак, серная кислота, дифосфор пентаоксид, соляная кислота, фториды газообразные, взвешенные вещества в атмосферном воздухе (384 измерения). Перечень приоритетных загрязняющих веществ, выбранных для проведения натуральных исследований, определялся с учётом их специфичности для предприятия, расчётных валовых выбросов, величины приземных концентраций загрязняющих веществ на границе СЗЗ и ближайшей жилой зоны и степени опасности загрязняющего вещества.

⁸ Об организации лабораторного контроля при проведении социально-гигиенического мониторинга. Письмо Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 0100/10460-06-32 от 01.10.2006 г.

Содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе оцениваемой территории, полученное при различных системах мониторинга
The content of aerosols and chemicals in the surface layers of the atmosphere, obtained by various monitoring systems

Сводный анализ концентраций загрязняющих веществ (максимально разовые), полученных на этапах моделирования и мониторинга качества атмосферного воздуха

Summary analysis of results from various stages of atmospheric air quality monitoring

Вещества, выбрасываемые предприятиями, согласно Проектам ПДВ, СЗЗ Chemicals emitted by enterprises according to the projects of maximum allowable emission (MAE), or sanitary protection zone	Расчётные концентрации из проекта СЗЗ (в долях ПДКм.р.) Estimated Concentrations from the projects of regulated allowable emission or sanitary protection zone (in parts of MAC)		РПН (информационный фонд СГМ), мг/м ³ Data collection of Sanitary Hygienic Monitoring, mg/m ³	Производственный контроль, мг/м ³ Production control, mg/m ³	Экологический контроль, выполненный организациями**, мг/м ³ Laboratory control carried out by organizations**, mg/m ³	Исследования научных организаций Studies by research organizations	
	граница СЗЗ sanitary protection zone boundary	зона жилой застройки residential area				граница промплощадки предприятия, мг/м ³ (доли ПДКм.р.) border of the industrial site of the enterprise, mg/m ³ (parts of MAC)	жилая застройка residential area
Азота диоксид Nitrogen dioxide	0.46–0.59	0.51–0.56	0.012	0.015	< 0.08	0.045 (0.23)	0.037 (0.19)
Аммиак Ammonia	0.09–0.27	0.10–0.13	–	–	< 0.2	0.36 (1.8)	0.08 (0.40)
Серная кислота Sulfuric acid	0.01–0.09*	< 0.01–0.02*	0.003	–	–	0.019 (0.06)	0.007 (0.02)
Сера диоксид Sulfur dioxide	0.04–0.06	0.04–0.06	0.076	0.19	< 0.04	0.03 (0.06)	0.03 (0.06)
Дифосфор пентаоксид Diphosphorus Pentaoxide	0.03–0.62*	0.06–0.2*	–	–	–	0.14 (0.93)	0.006 (0.04)
Фториды Fluoride	0.09–0.46	0.12–0.26	< 0.002	< 0.002	–	< 0.002 (< 0.1)	< 0.002 (–)
Соляная кислота Hydro chloric acid	0.01–0.09*	0.04–0.08*	–	< 0.05	< 0.05	< 0.04 (< 0.2)	< 0.04 (–)
Взвешенные вещества Airborne particles	0.52–0.58	0.60–0.63	0.141	< 0.075	< 0.04	0.30(0.6)	0.22 (0.44)

Примечание. * – значения концентраций загрязняющих веществ в расчётных точках без учёта фоновых концентраций на существующее положение; ** – подведомственными министерствам/комитетам по охране окружающей среды органов исполнительной власти субъектов или по их заказам иными аккредитованными лабораториями.

Note. * – the values of the concentrations of pollutants at the calculated points without taking into account the background concentrations for the current situation; ** – subordinate to ministries/committees for environmental protection of the executive authorities of the entities, or by the irrequest, by other accredited laboratories

Исследования выполнялись в контрольных точках: на границе промплощадки, а также на границе ближайшей жилой застройки на расстоянии 426 м от границы промплощадки предприятия в юго-западном направлении, где зафиксированы жалобы жителей на периодически появляющийся запах. Надо отметить, что при проведении кратковременных исследований нам не удалось провести измерения концентраций загрязняющих веществ при неблагоприятном направлении ветра – северном. Работа выполнялась при наиболее характерной розе ветров для данного города.

В работе использовали спектрофотометрические, гравиметрические методы, капиллярный электрофорез, газоанализаторы ЭЛАН. Отбор проб и исследования проведены в соответствии с РД 52.04.793-2014, РД 52.04.797-2014, РД 52.04.794-2014, РД 52.04.667-2005, ГОСТ 17. 2.4.05, МР № 01-07 ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева».

Лабораторно-инструментальные исследования атмосферного воздуха выполнены аккредитованным испытательным лабораторным центром (ИЛЦ) ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» и химико-аналитическим центром (ХАЦ) «Арбитраж» ФГУП ВНИИМ им. Д.И. Менделеева. Общая база включённых в анализ инструментальных данных составила 1464 измерения.

Результаты

Для проведения оценки качества атмосферного воздуха разработана схема, состоящая из четырёх этапов. Данная схема предлагается для оценки кратковременных воздействий.

На первом этапе проведён анализ публичных сведений, размещённых на сайте санитарно-эпидемиологических экспертиз Роспотребнадзора, проведён анализ отчётных форм о санитарном состоянии субъекта и сведений фонда СГМ о качестве атмосферного воздуха, сведений органов по охране окружающей среды исполнительной власти субъекта РФ, результатов ранее полученных надзорными органами сведений о производственном контроле на предприятии, сведений о валовых выбросах предприятия по проектам НДВ (ПДВ), результатов расчёта рассеивания выбросов и данных оценки риска здоровью по проекту СЗЗ.

Для апробации предложенной схемы исследований воздушной среды в районе расположения предприятия по производству минеральных удобрений отработан каждый этап на фактическом материале.

На основании полученных сведений сформирована программа контроля, которая базировалась на выборе маркерных веществ в соответствии с проектами НДВ (ПДВ) и СЗЗ.

Согласно данным проекта НДВ (ПДВ), ведущими по валовому выбросу (т/г) и суммарному выбросу (г/с) являются следующие загрязняющие вещества: азота диоксид, сера диоксид, аммиак, углерода оксид, серная кислота, дифосфор пентаоксид, соляная кислота, фториды газообразные, взвешенные вещества. По данным проекта СЗЗ, наибольшие приземные концентрации на её границе в долях ПДК имеют: дифосфор пентаоксид (0,62 ПДК), азота диоксид (0,59 ПДК), взвешенные вещества (0,58 ПДК), фториды газообразные (0,46 ПДК), аммиак (0,27 ПДК). Неканцерогенный и канцерогенный риск здоровью населения, проживающего вблизи СЗЗ, не превышает приемлемые значения.

Исходя из вышеизложенного, в программу исследований вошли характерные для данного предприятия, имеющие наибольшие валовые выбросы и создающие наиболее высокие максимальные приземные концентрации на границе СЗЗ загрязняющие вещества: азота диоксид, сера диоксид, аммиак, серная кислота, дифосфор пентаоксид, соляная кислота, фториды газообразные, взвешенные вещества.

На втором этапе исследований для получения объективной информации о деятельности предприятия выполнены измерения концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на границе промплощадки предприятия для уточнения перечня приоритетных загрязнений, предложенных в проектах НДВ (ПДВ) и СЗЗ, а также сопоставлены измеренные значения их концентраций с расчётными, представленными в проектах.

На основании проведённых натурных исследований определены максимально разовые концентрации исследуемых веществ. Результаты представлены в таблице.

Сопоставление данных различных систем наблюдения показывает, что представленные перечни загрязняющих веществ не дают исчерпывающей информации о качественном составе приоритетных загрязнителей.

Известно, что базовыми для организации мониторинга в зоне влияния промышленного объекта являются расчётные данные проектов НДВ (ПДВ) и СЗЗ. В нашем случае газообразные фториды и соляная кислота, отмеченные в проекте НДВ (ПДВ) как приоритетные загрязнения, не обнаружены ни в наших исследованиях, ни в проводимых мониторинговых исследованиях на границе СЗЗ. При этом в натурных исследованиях даже в точке, взятой на границе промплощадки предприятия, эти соединения определялись в концентрациях менее 0,1 и 0,2 ПДК_{мр} соответственно. На границе промплощадки предприятия для аммиака и дифосфор пентаоксида зафиксированы концентрации, сопоставимые с ПДК м.р.

На третьем этапе исследований проведены измерения концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на прилегающей к СЗЗ жилой застройке. Цель данных исследований состояла в подтверждении соблюдения гигиенических нормативов для перечня определяемых приоритетных веществ – ПДК загрязняющих веществ для атмосферного воздуха населённых мест. Дополнительно введён критерий сравнения полученных концентраций вредных веществ в приземных слоях атмосферного воздуха жилой застройки с расчётными значениями максимальных концентраций в проекте СЗЗ для получения текущей информации о качестве атмосферного воздуха на ближайшей к СЗЗ жилой застройке. Полученные результаты представлены в таблице.

Важно отметить, что по результатам исследований атмосферного воздуха, полученным на основе собственных исследований и различных систем наблюдения, выполненных при основном штатном режиме работы технологического оборудования предприятия, превышений максимально разовых ПДК исследуемых загрязняющих веществ на границе СЗЗ и жилой застройки не выявлено. В принципе это совпадает с расчётными данными проектов НДВ (ПДВ) и СЗЗ.

В то же время при сопоставлении полученных концентраций аммиака с проектными величинами для территории

жилой застройки, приведённых в проекте СЗЗ, отмечается существенное превышение реальных концентраций над расчётными значениями. Установлено, что содержание аммиака в атмосферном воздухе превышает проектные величины в 3 раза в долях ПДК_{м.р.}

Кроме того, можно отметить, что оценка результатов исследований, представленных в различных системах наблюдения в точках, расположенных на разных расстояниях от рассматриваемого предприятия и в различных направлениях, без учёта возможных дополнительных источников загрязнения атмосферного воздуха (автотранспорт, ТЭЦ, котельные и др.), не позволяет выделить характерные загрязнители данного предприятия. Сложившаяся ситуация диктует необходимость интеграции систем наблюдения, которая должна включать согласованность целей, задач, направлений деятельности служб, ответственных за наблюдение за качеством атмосферного воздуха. Также необходим анализ выбросов всех дополнительных источников загрязнения атмосферного воздуха для выяснения долевого вклада каждого из них, дальнейшего совершенствования мониторинга, корректировки точек расположения стационарных и передвижных постов и программ наблюдения.

Четвёртый этап представлял собой работу по корректировке программ социально-гигиенического и экологического мониторингов, программы производственного контроля качества атмосферного воздуха. На основе предыдущих этапов выявлены приоритетные загрязняющие вещества, инструментально подтверждено их наличие на границе промплощадки и на ближайшей жилой застройке, оценён их вклад в загрязнение атмосферного воздуха. В программу контроля включены следующие компоненты: азота диоксид, сера диоксид, взвешенные вещества, серная кислота, входившие и ранее в программы контроля, присутствие которых подтверждено натурными исследованиями. Программа дополнена выявленными на границе промплощадки и территории жилой застройки загрязнениями: аммиак (специфический загрязнитель), дифосфор пентаоксид (специфический загрязнитель); исключены соляная кислота, фториды газообразные как вещества, не идентифицированные натурными исследованиями.

Обсуждение

Многомерность задач, высокая стоимость инструментальных исследований в сочетании с ограниченностью кадровых, финансовых и иных ресурсов, а также потребность в достоверной информации диктуют необходимость ориентации на интеграцию систем наблюдения за качеством воздуха: экологического и социально-гигиенического мониторинга, производственного контроля, научных исследований. Сопоставление различных мониторинговых программ, которые, несомненно, базировались на проектных данных НДВ (ПДВ) и СЗЗ, показывает различия в выборе приоритетов. Общими для всех программ являлись следующие загрязняющие вещества: азота диоксид, серы диоксид, взвешенные вещества. При этом аммиак учитывался только в одной мониторинговой программе, а дифосфор пентаоксид отсутствовал во всех программах. Соляная кислота, фториды газообразные присутствовали в части программ.

Надо отметить, что с учётом появления жалоб населения на качество атмосферного воздуха расширенный мониторинг выполнялся как ИЛЦ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» субъекта РФ, так и испытательной лабораторией Комитета государственного экологического контроля, при этом расширение программы мониторинга базировалось на проектных данных. Ни в одну из программ расширенного мониторинга не включён дифосфор пентаоксид. Максимально разовые концентрации на территории жилой застройки ни по одному из оцениваемых показателей не были превышены.

Для СГМ, производственного контроля на границе СЗЗ и в ближайшей жилой застройке могут оказаться недостаточными маркеры, предложенные на основе ГОСТ Р 56828.44-2018⁹.

Необходимо отметить, что имеющееся расхождение между расчётными и фактическими концентрациями связано не только со спецификой расчётных методов, но и с традиционной проблемой учёта фоновых показателей. Для некоторых специфических загрязнений (аммиака, фтористых газообразных соединений, хлористого водорода) для расчёта рассеивания использованы данные результатов сводных расчётов загрязнения атмосферы, в то время как расчётное определение фонового загрязнения ряда специфических соединений (например, дифосфор пентаоксида) не выполнялось ввиду недостаточности информации. Между тем при наличии сведений, представленных в системах, которые подтверждают соответствие концентраций загрязняющих веществ гигиеническим нормативам, могут иметь место факты несоответствия качества атмосферного воздуха нормативным требованиям при изменении ассортимента продукции и/или увеличении объёма производства продукции предприятием, при отсутствии корректировки проектов НДВ (ПДВ) и СЗЗ. В таких случаях границы СЗЗ предприятия, установленные проектами их обоснования, требуют пересмотра.

При проведении оценки качества атмосферного воздуха населённых мест результаты лабораторных исследований не сравниваются с расчётными значениями долей ПДК в проектах НДВ (ПДВ) и СЗЗ, все сравнения осуществляются с гигиеническими нормативами, что не позволяет выполнить полноценный анализ. Следовательно, анализ

⁹ ГОСТ Р 56828.11-2018 «Наилучшие доступные технологии. Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот. Выбор маркерных веществ для выбросов в атмосферу от промышленных источников».

сведений, содержащихся в проектах НДВ (ПДВ) и СЗЗ, и сопоставление результатов натурных исследований, выполненных различными организациями, имеет важное значение для правильной организации мониторинга качества атмосферного воздуха. Как мы уже отмечали [28], даже идеальная система мониторинга не может дать полную картину состояния атмосферного воздуха, вдыхаемого конкретным человеком. Снижение уровня неопределённости этих показателей можно обеспечить, используя интерполяцию и экстраполяцию данных, которые получают на стационарных и передвижных постах наблюдения, на близлежащих территориях, а также комплексные расчёты загрязнения атмосферного воздуха населённых пунктов.

Заключение

Таким образом, апробирован поэтапный подход к совершенствованию организации мониторинга атмосферного воздуха в зоне влияния промышленного предприятия. Выполнен сравнительный анализ данных различных систем мониторинга атмосферного воздуха в районе расположения предприятия по производству минеральных удобрений по качественному составу приоритетных загрязнений. Проведена оценка фактического содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на границе промплощадки предприятия, на ближайшей жилой территории, выполнен сравнительный анализ проектных характеристик с фактическими концентрациями в точках контроля.

В связи с планируемой реконструкцией предприятия по производству минеральных удобрений, связанной с расширением перечня выпускаемой продукции, изменением технологии, необходимо совершенствовать программу исследовательского атмосферного воздуха на границе санитарно-защитной зоны и в зоне жилой застройки.

Литература

1. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году». М.: 2020.
2. Ракитский В.Н., Авалиани С.Л., Новиков С.М., Шашина Т.А., Додина Н.С., Кислицин В.А. Анализ риска здоровью при воздействии атмосферных загрязнений как составная часть стратегии уменьшения глобальной эпидемии неинфекционных заболеваний. *Анализ риска здоровью*. 2019; (4): 30–6. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.4.03>
3. Жижин Н.Н., Дьяков М.С., Ходяшев М.В. Анализ средств управления качеством атмосферного воздуха в условиях крупного города. *Анализ риска здоровью*. 2019; (4): 50–9. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.4.05>
4. Зайцева Н.В., Май И.В. Новые механизмы нормирования выбросов в атмосферу: концептуальный взгляд на перспективы и проблемы с позиций обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения. *Анализ риска здоровью*. 2020; (2): 4–15. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2020.2.01>
5. Малышева А.Г., Козлова Н.Ю., Юдин С.М. Неучтённая химическая опасность процессов трансформации веществ в окружающей среде при оценке эффективности применения технологий. *Гигиена и санитария*. 2018; 99(9): 490–7. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-99-9-490-497>
6. Шевчук Л.М., Толкачёва Н.А., Пшегорода А.Е., Семёнов И.П. Гигиеническая оценка влияния на здоровье населения загрязнения атмосферного воздуха с учетом комбинированного действия химических веществ в зоне расположения предприятий химической промышленности. *Анализ риска здоровью*. 2015; (3): 40–6.
7. Гошин М.Е., Бударина О.В., Демина Н.Н. Анализ состояния здоровья населения, проживающего в условиях загрязнения атмосферного воздуха пахучими веществами (обзор литературы). *Гигиена и санитария*. 2020; 99(9): 930–8. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-9-930-938>
8. Карелин А.О., Ломтев А.Ю., Фридман К.Б., Еремин Г.Б., Панькин А.В. Выявление источников выбросов загрязняющих веществ, вызывающих жалобы населения на неприятные запахи. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(6): 601–7. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-6-601-607>
9. Гошин М.Е., Бударина О.В., Ингель Ф.И. Запахи в атмосферном воздухе: анализ связи с состоянием здоровья и качеством жизни взрослого населения города с развитой пищевой промышленностью. *Гигиена и санитария*. 2020; 99(12): 1339–45. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-12-1339-1345>
10. Kampa M., Castanas E. Human health effects of air pollution. *Environ. Pollut.* 2008; 151(2): 362–7. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2007.06.012>
11. Жолдакова З.И., Синицина О.О., Печникова И.А., Савостикова О.Н. Актуальные направления гармонизации законодательных основ по обеспечению безопасности химических загрязнений для здоровья человека и окружающей среды. *Анализ риска здоровью*. 2018; (2): 4–13. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.2.01>
12. Зорина И.Г., Макарова В.В. Социально-гигиенический мониторинг как основа управления в контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора. *Гигиена и санитария*. 2020; 99(1): 13–9. <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-1-13-19>
13. Chart-Asa C., Gibson I.M. Health impact assessment of traffic-related air pollution at the urban project scale: Influence of variability and uncertainty. *Sci. Total Environ.* 2015; 506–507: 409–21. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.11.020>
14. Air Quality Guidelines for Europe. WHO Regional Publications No. 91. Доступно по: <https://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/air-quality-guidelines-for-europe>
15. Розумная Л.А., Кураева О.П. Экологический мониторинг атмосферного воздуха в современной системе управления качеством окружающей среды. *Социальная политика и социология*. 2013; (6–2): 83–91.
16. Рзаев Р.П. Социально-гигиенический мониторинг качества атмосферного воздуха. *Безопасность и охрана труда*. 2011; (2): 61–2.
17. Волкодаева М.В., Демина К.В. Теоретический и практический взгляд на развитие систем экологического мониторинга качества атмосферного воздуха в городах РФ. *Новая наука: Теоретический и практический взгляд*. 2016; (2–2): 146–9.
18. Волкодаева М.В., Киселев А.В. О развитии системы экологического мониторинга качества атмосферного воздуха. *Записки горного института*. 2017; 227: 589–96. <https://doi.org/10.25515/PMI.2017.5.589>
19. Зайцева Н.В., Май И.В., Кирьянов Д.А., Горяев Д.В., Клейн С.В. Социально-гигиенический мониторинг на современном этапе: состояние и перспективы в сопряжении с риск-ориентированным надзором. *Анализ риска здоровью*. 2016; (4): 4–16. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2016.4.01>
20. Попова А.Ю., Кузьмин С.В., Гурвич В.Б., Козловских Д.Н., Романов С.В., Диконская О.В. и соавт. Информационно-аналитическая поддержка управления риском для здоровья населения на основе реализации концепции развития системы социально-гигиенического мониторинга в Российской Федерации на период до 2030 года. *Здоровье населения и среда обитания*. 2019; (9): 4–12. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2019-318-9-4-12>
21. Тихонова И.В., Землянова М.А. Актуализация системы СГМ на основе анализа риска здоровью (муниципальный уровень). *Анализ риска здоровью*. 2019; (4): 60–8. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.4.06>
22. Зайцева Н.В., Май И.В., Клейн С.В., Горяев Д.В. Методические подходы к выбору точек и программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха в рамках социально-гигиенического мониторинга для задач федерального проекта «Чистый воздух». *Анализ риска здоровью*. 2019; (3): 4–17. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.3.01>

Original article

23. Май И.В., Вековшинина С.А., Клейн С.В., Балашов С.Ю., Андришунас А.М., Горяев Д.В. Федеральный проект «Чистый воздух»: практический опыт выбора химических веществ для информационной системы анализа качества атмосферного воздуха Норильска. *Гигиена и санитария*. 2020; 99(8): 766–72. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-8-766-772>
24. Клейн С.В., Зайцева Н.В., Май И.В., Балашов С.Ю., Загороднов С.Ю., Горяев С.В. и соавт. 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. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-11-1196-1202>
25. Гурвич В.Б., Козловских Д.Н., Власов И.А., Чистякова И.В., Ярушин С.В., Коршелов А.С. и соавт. Методические подходы к оптимизации программ мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух» (на примере города Нижнего Тагила). *Здоровье населения и среда обитания*. 2020; (9): 38–47. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-330-9-38-47>
26. Жолдакова З.И., Юдин С.М., Синицына О.О., Бударина О.В., Додина Н.С. Перспективы совершенствования организационно-правовых и методических мер по управлению качеством окружающей среды. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(11): 1026–31. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-11-1026-31>
27. Горяев Д.В., Тихонова И.В. Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха и риски для здоровья населения Красноярского края. *Анализ риска здоровью*. 2016; (2): 76–83.
28. Карелин А.О., Ломтев А.Ю., Волкодаева М.В., Еремин Г.Б. Совершенствование подходов к оценке воздействия антропогенного загрязнения атмосферного воздуха на население в целях управления рисками для здоровья. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(1): 82–6. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-1-82-86>

References

1. State report «On the state sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2019». Moscow; 2020. (in Russian)
2. Rakitskiy V.N., Avaliani S.L., Novikov S.M., Shashina T.A., Dodina N.S., Kisilitsin V.A. Health risk analysis related to exposure to ambient air contamination as a component in the strategy aimed at reducing global non-infectious epidemics. *Анализ риска здоровью*. 2019; (4): 30–5. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.4.03.eng>
3. Zhizhin N.N., D'yakov M.S., Khodyashev M.V. Analysis of tools aimed at managing ambient air quality in Perm city. *Анализ риска здоровью*. 2019; (4): 50–9. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.4.05.eng>
4. Zaytseva N.V., May I.V. New mechanisms for regulation of industrial emissions into the atmosphere: a conceptual look at prospects and problems from sanitary-epidemiological point of view. *Анализ риска здоровью*. 2020; (2): 4–15. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2020.2.01.eng>
5. Malysheva A.G., Kozlova N.Yu., Yudin S.M. The unaccounted hazard of processes of substances transformation in the environment in the assessment of the effectiveness of the application of technologies. *Гигиена и Санитария (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2018; 97(6): 490–7. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-6-490-497> (in Russian)
6. Shevchuk L.M., Tolkacheva N.A., Pshegroda A.E., Semenov I.P. Hygienic assessment of impact on public health air pollution in view of the combined actions of chemicals in the area of the chemical industry. *Анализ риска здоровью*. 2015; (3): 40–6. (in Russian)
7. Goshin M.E., Bударина О.В., Demina N.N. Analysis of the health status of the population living in conditions of air pollution with odorous substances (literature review). *Гигиена и Санитария (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99(9): 930–8. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-9-930-938> (in Russian)
8. Karelin A.O., Lomtev A.Yu., Fridman K.B., Eremin G.B., Pan'kin A.V. Identification of emission sources of pollutants causing complaints of unpleasant odours. *Гигиена и Санитария (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019; 98(6): 601–7. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-6-601-607> (in Russian)
9. Goshin M.E., Bударина О.В., Ingel' F.I. The odours in the ambient air: analysis of the relationship with the state of health and quality of life in adults residing in the town with food industries. *Гигиена и Санитария (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99(12): 1339–45. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-12-1339-1345> (in Russian)
10. Kampa M., Castanas E. Human health effects of air pollution. *Environ. Pollution*. 2008; 151(2): 362–7. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2007.06.012>
11. Zholdakova Z.I., Sinitsina O.O., Pechnikova I.A., Savostikova O.N. Contemporary trends in harmonization of legal grounds for providing safety of environmental chemical contamination for human health. *Анализ риска здоровью*. 2018; (2): 4–13. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.2.01.eng>
12. Zorina I.G., Makarova V.V. Social and hygienic monitoring as the basis of a control in the control and supervisory activities of the Federal service for surveillance on consumer rights protection and human wellbeing. *Гигиена и Санитария (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99(1): 13–9. <https://doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-1-13-19> (in Russian)
13. Chart-Asa C., Gibson I.M. Health impact assessment of traffic-related air pollution at the urban project scale: Influence of variability and uncertainty. *Sci. Total Environ*. 2015; 506–507: 409–21. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.11.020>
14. Air Quality Guidelines for Europe. WHO Regional Publications No. 91. Available at: <https://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/air-quality-guidelines-for-europe>
15. Rozumnaya L.A., Kuraeva O.P. Environmental monitoring of atmospheric air in the modern environmental quality management system. *Sotsial'naya politika i sotsiologiya*. 2013; (6–2): 83–91. (in Russian)
16. Rzaev R.P. Social-hygienic monitoring over ambient air quality aimed at assessing exposure on human health. *Bezopasnost' i okhrana truda*. 2011; (2): 61–2. (in Russian)
17. Volkodaeva M.V., Demina K.V. Theoretical and practical view on the development of environmental monitoring systems for atmospheric air quality in the cities of the Russian Federation. *Novaya nauka: Teoreticheskiy i prakticheskiy vzglyad*. 2016; (2–2): 146–9. (in Russian)
18. Volkodaeva M.V., Kiselev A.V. On development of system for environmental monitoring of atmospheric air quality. *Zapiski gornogo instituta*. 2017; 227: 589–96. <https://doi.org/10.25515/PMI.2017.5.589> (in Russian)
19. Zaytseva N.V., May I.V., Kir'yakov D.A., Goryaev D.V., Kleyn S.V. Social and hygienic monitoring today: state and prospects in conjunction with the risk-based supervision. *Анализ риска здоровью*. 2016; (4): 4–13. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2016.4.01.eng>
20. Popova A.Yu., Kuz'min S.V., Gurchik V.B., Kozlovskikh D.N., Romanov S.V., Dikonskaya O.V., et al. Data-driven risk management for public health as supported by the experience of implementation for development concept of the social and hygienic monitoring framework in the Russian Federation up to 2030. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2019; (9): 4–12. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2019-318-9-4-12> (in Russian)
21. Tikhonova I.V., Zemlyanova M.A. Social-hygienic monitoring system updating based on health risk analysis (at the municipal level). *Анализ риска здоровью*. 2019; (4): 60–8. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.4.06.eng>
22. Zaytseva N.V., May I.V., Kleyn S.V., Goryaev D.V. Methodical approaches to selecting observation points and programs for observation over ambient air quality within social and hygienic monitoring and «Pure Air» Federal project. *Анализ риска здоровью*. 2019; (3): 4–17. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2019.3.01.eng>
23. May I.V., Vekovshinina S.A., Kleyn S.V., Balashov S.Yu., Andrishunas A.M., Goryaev D.V. «Pure air» Federal project: practical experience in selecting chemicals for an information system for the analysis of ambient air quality. *Гигиена и Санитария (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99(8): 766–72. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-8-766-772> (in Russian)
24. Kleyn S.V., Zaytseva N.V., May I.V., Balashov S.Yu., Zagorodnov S.Yu., Goryaev S.V., et al. Working out ambient air quality measuring programs for socio-hygienic monitoring: practical experience of federal project «Clean air» activity. *Гигиена и Санитария (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99(11): 1196–202. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-11-1196-1202> (in Russian)
25. Gurchik V.B., Kozlovskikh D.N., Vlasov I.A., Chistyakova I.V., Yarushin S.V., Korshelov A.S., et al. Methodological approaches to optimizing ambient air quality monitoring programs within the framework of the Federal Clean Air Project (on the example of Nizhny Tagil). *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2020; (9): 38–47. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-330-9-38-47> (in Russian)
26. Zholdakova Z.I., Yudin S.M., Sinitsyna O.O., Bударина О.В., Dodina N.S. Perspectives of organizational-legal and methodological measures improving environmental quality management. *Гигиена и Санитария (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2018; 97(11): 1026–31. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-11-1026-31> (in Russian)
27. Goryaev D.V., Tikhonova I.V. Hygienic assessment of ambient air quality and health risks to population of Krasnoyarsk region. *Анализ риска здоровью*. 2016; (2): 59–64.
28. Karelin A.O., Lomtev A.Yu., Volkodaeva M.V., Eremin G.B. The improvement of approaches to the assessment of effects of the anthropogenic air pollution on the population in order to management the risk for health. *Гигиена и Санитария (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019; 98(1): 82–6. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-1-82-86> (in Russian)