

Сравнительная экологическая оценка техногенного воздействия на воздушный бассейн территории Кировской области

© 2024. Т. Э. Абашев¹, министр,
Т. Я. Ашихмина^{2,3}, д. т. н., г. н. с., зав. лабораторией,
М. Х. Хето², аспирант,

¹Министерство охраны окружающей среды Кировской области,
610002, Россия, г. Киров, ул. Красноармейская, д. 17,

²Вятский государственный университет,
610000, Россия, г. Киров, ул. Московская, д. 36,

³Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения
Российской академии наук,
167982, Россия, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 28,
e-mail: ecolab2@gmail.com

По материалам федерального и региональных докладов о состоянии окружающей среды, данным контроля и мониторинга Министерства охраны окружающей среды Кировской области, результатам научных исследований состояния атмосферного воздуха сделан анализ и проведена сравнительная оценка состояния атмосферного воздуха на примере территории Кировской области, входящей в состав Приволжского федерального округа (ПФО). Отмечены основные источники выбросов в воздушную среду и их количественные характеристики. Несмотря на то, что за последние годы парк автомобильного транспорта существенно увеличился, основными источниками загрязнения атмосферного воздуха в регионах ПФО пока являются выбросы от стационарных источников, а на территориях ряда городских агломераций они уступают передвижным источникам загрязнения. Подтверждением этого являются результаты рейтинга регионов ПФО по совокупному объёму выбросов в атмосферный воздух от всех источников загрязнения за период с 2019 по 2023 гг. Наибольшие количественные показатели выброса загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферный воздух отмечаются в течение всего периода в регионах, где развита и действует химическая, нефтехимическая, горнорудная промышленность, машиностроение. Это, прежде всего, касается Республики Башкортостан, Пермского края, Оренбургской области и Республики Татарстан. В то время как Чувашская и Мордовская республики, Республика Марий Эл, Пензенская, Ульяновская, Кировская области в данном рейтинге характеризуются значительно меньшим вкладом выбросов ЗВ в атмосферу и устойчиво занимают по данным показателям лидирующее положение. Территория Кировской области в течение ряда лет характеризуется по совокупному объёму выбросов в атмосферный воздух устойчиво на 6 месте. Результаты экологического контроля и мониторинга, проведённых научных исследований свидетельствуют о том, что основная техногенная нагрузка на атмосферный воздух в Кировской области приходится на областной центр – г. Киров и промышленно-развитые районы региона: Кирово-Чепецкий, Вятско-Полянский, Омутнинский, Слободской районы. В каждом из них выявляются территории с локальными участками загрязнения.

Ключевые слова: атмосферный воздух, выбросы, источники техногенного воздействия, загрязняющие вещества, контроль и мониторинг, рейтинг регионов.

Ecological assessment of technogenic impact on the air basin of the Kirov region

© 2024. T. E. Abashev¹ ORCID: 0009-0002-5082-8909[†]

T. Ya. Ashikhmina^{2,3} ORCID: 0000-0003-4919-0047[†]

M. H. Kheto² ORCID: 0009-0001-7138-4203[†]

¹Ministry of Environmental Protection of the Kirov Region,
17, Krasnoarmeyskaya St., Kirov, Russia, 610002,

²Vyatka State University,

36, Moskovskaya St., Kirov, Russia, 610000,

³Institute of Biology of Komi Science Centre of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences,

28, Kommunisticheskaya St., Syktyvkar, Russia, 167982,
e-mail: ecolab2@gmail.com

The materials of federal and regional reports on the state of the environment, and control and monitoring data of the Ministry of Environmental Protection of the Kirov region, as well as on the results of scientific studies of the atmospheric air state were analyzed. Based on the analysis the comparative assessment of the atmospheric air state was carried out using the example of the Kirov Region territory as part of the Volga Federal District. The main sources of air emissions and their quantitative characteristics are noted. Despite the fact that recently the vehicle fleet has increased significantly, the stationary sources of air pollution are the main in the regions of the Volga Federal District. In a number of urban agglomerations emissions from stationary sources are inferior to mobile sources of pollution. This is confirmed by the results of the rating of the Volga Federal District regions by the total volume of atmospheric emissions from all sources of pollution for the period from 2019 to 2023. The highest quantity of air pollutant emissions is observed throughout the entire period in regions with high developed chemical, petrochemical, mining, and mechanical engineering industries. This primarily concerns the Republic of Bashkortostan, the Perm Territory, the Orenburg region and the Republic of Tatarstan. While the Chuvash and Mordovian Republics, the Republic of Mari El, the Penza, Ulyanovsk, and Kirov regions are characterized by a significantly smaller contribution of air pollutant emissions and consistently occupy a leading position in these indicators. For a number of years, the territory of the Kirov region has been consistently ranked 6th in terms of total atmospheric emissions. The results of environmental control and monitoring, and conducted scientific research indicate that the main technogenic load on the atmospheric air in the Kirov region falls on the regional center – the city of Kirov and industrially developed areas of the region: Kirovo-Chepetsky, Vyatsko-Polyansky, Omutninsky, Belokholunitsky districts. Areas with local areas of contamination are identified in each of the above.

Keywords: atmospheric air, emissions, sources of technogenic impact, pollutants, control and monitoring, rating of regions.

Проблема загазованности воздушного бассейна характерна для всех регионов России и, в особенности, для территории городов областного значения, крупных промышленных центров. Наиболее значительные превышения санитарно-гигиенических норм при выбросах в окружающую среду (ОС) в данных агломерациях создаются промышленными предприятиями и автомобильным транспортом. Больше всего загрязняют атмосферу добыча нефти, угля и других энергоносителей (четверть от всего объема выбросов), работа металлургических и химических производств, целлюлозно-бумажных комбинатов, транспортные предприятия и трубопроводы, услуги в области добычи полезных ископаемых, деятельность в сфере животноводства [1, 2].

По данным Федеральной службы государственной статистики [3], в 2022 г. на территории России около трети (30%, или 5,2 млн т) загрязняющих атмосферу промышленных выбросов приходилось на монооксид углерода, равные крупные доли в общих выбросах занимают углеводороды (в основном метан) и диоксид серы (по 20%, или по 3,4 млн т), на диоксид азота приходится (11%, или 2 млн т), органические соединения 8%, или 1,4 млн т (за исключением летучих органических соединений (ЛОС), к этой группе относятся этилен, бензол, ксилол, толуол, ацетон, бензин, керосин и др.). Твёрдые вещества в структуре загрязнений составляют 10%, или 1,7 млн т – в воздух выбрасываются соединения железа, марганца, никеля, хрома, свинца, мазутная зола, пыль (на неё приходится более трети от всей массы выброшенных в воздух твёрдых веществ), а также сажа (одна

шестая массы твёрдых веществ). На прочие газообразные и жидкие вещества приходится 1%, или 0,2 млн т вредных выбросов [3]. Все эти вещества имеют разный уровень опасности: от сравнительно безопасных до очень опасных. К примеру, монооксид углерода и метан относятся к IV, малоопасному классу, а диоксид серы и диоксид азота причисляют к более опасному III классу. Среди наиболее опасных специфических веществ, входящих в состав выбросов, о которых предприятия обязаны отчитываться отдельно, в 2022 г. рост продемонстрировали бенз(а)пирен +81,4% (I класс опасности); никель и его соединения +23,6% (II класс); хлор +13,4% (II класс); свинец +13,2% (I класс); хлороводород +8,6% (II класс); оксид кальция +7,3% (II класс); формальдегид +5% (II класс); неорганическая пыль +3,8% (III класс); мышьяк +1,3% (II класс) и толуол +0,8% (III класс).

В пересчёте на одного жителя больше всего загрязняющих веществ (ЗВ) фиксируется в Ненецком и Ямало-Ненецком автономных округах – по 2 и 1,9 т на душу населения, соответственно, а также в Красноярском крае, Ханты-Мансийском автономном округе (АО), Кемеровской области, Республике Коми, Магаданской области, Чукотском АО, Якутии, Иркутской области. Наименьшее количество вредных веществ приходится в среднем на одного жителя Дагестана (17,2 кг), Кабардино-Балкарии (21,6 кг) и Севастополя (28,3 кг), а также Москвы, Тувы, Санкт-Петербурга, Чувашии, Ульяновской области, Пензенской области, Северной Осетии [1–3].

В 2022 г., согласно индекса качества воздуха – IQAir, Россия заняла 86-е место из

131 в рейтинге стран с самым загрязнённым воздухом. Данный индекс используется во всех мировых экологических государственных органах для информирования общественности про уровень загрязнения воздуха, а также прогнозирования загрязнения атмосферы. Концентрация взвешенных твёрдых микрочастиц и мельчайших капелек жидкости в 2,2 раза выше рекомендуемого ВОЗ среднегодового значения качества воздуха.

Данная тенденция по ЗВ характерна и для регионов Приволжского федерального округа (ПФО). В 2022 г. в ряде регионов ПФО зафиксирован относительный прирост числа предприятий-загрязнителей атмосферного воздуха, это в первую очередь относится к Самарской области (+52,7%), Нижегородской области (+46,3%), Пермскому краю (+46,2%), Оренбургской области (+42,4%), Республике Татарстан (+38,1%) и Пензенской области (+34,5%) [3].

Целью работы явились анализ и оценка техногенного воздействия на воздушный бассейн территории Кировской области по источникам воздействия, выявление приоритетных загрязняющих веществ для разработки программы экологического мониторинга и мероприятий по улучшению качества атмосферного воздуха на территории региона.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования является обзор и анализ данных о техногенном воздействии источников загрязнения на воздушный бассейн территории Кировской области в сравнении с другими регионами ПФО.

Кировская область входит в ПФО и граничит с Нижегородской, Костромской, Вологодской, Архангельской областями и Пермским краем, республиками Коми, Татарстан, Марий Эл и Удмуртия. Территория Кировской области – 120,4 тыс. км², общая численность населения на 01.01.2023 составила 1143,6 тыс. чел. Удельный вес городского населения – 78,1%, сельского – 21,9%. Индустриально-промышленными центрами региона являются города Киров, Кирово-Чепецк, Вятские Поляны, Котельнич, Омутнинск, Слободской [4, 5].

При проведении исследований по данной теме использовались: литературные источники, материалы федеральных и региональных докладов о состоянии и загрязнении окружающей природной среды за период с 2006 по 2023 гг., данные контроля и мониторинга

Министерства охраны окружающей среды Кировской области, а также результаты проведённых исследований по оценке состояния атмосферного воздуха на территории г. Кирова.

Результаты и обсуждение

Приволжский федеральный округ – один из наиболее развитых промышленных и сельскохозяйственных регионов России. В него входит 14 регионов, из них 6 республик, один край и 7 областей. Все они существенно различаются: как по климатическим условиям, по площади, по количеству проживающего населения, наличию крупных городов, развитию инфраструктуры, так и по состоянию окружающей природной среды, в том числе атмосферного воздуха.

За анализируемый период с 2006 по 2023 гг. уровень загрязнённости атмосферного воздуха на территории ПФО значительно снизился, однако по регионам и крупным городам в этом направлении всё ещё проявляются существенные различия. Наибольшее количество от источников загрязнения выбрасывается в атмосферу по разным регионам ПФО и годам жидких и газообразных веществ от 25 до 450 тыс. т в год, в то время как твёрдых веществ выбрасывается на порядок меньше – от 1,5 до 20 тыс. т в год. В состав данных поллютантов входят общепромышленные ЗВ – оксиды углерода, серы, азота, взвешенные вещества, сажа, углеводороды, и специфические ЗВ – хлороводород, фтороводород, сероводород, формальдегид, аммиак, фенол, сероуглерод, этилбензол, бенз(а)пирен, соединения свинца, ртути и др. [1–3].

Наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха от стационарных источников вносят обрабатывающие производства и предприятия электроэнергетики. В ряде регионов, особенно в городах, где население составляет 1 млн и более человек, наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносят транспортные средства [1]. В таблице 1 и на рисунке 1 представлены сравнительные данные по объёму выбросов ЗВ от стационарных источников в атмосферный воздух по регионам ПФО за период 2019, 2021–2023 гг.

Сравнительный анализ данных, представленных в таблице 1 и на рисунке 1, свидетельствует о значительном различии регионов ПФО по количеству выбросов ЗВ в атмосферный воздух. Наибольший выброс ЗВ в атмосферный воздух обеспечивается в этот период в регионах: Республика Башкортостан,

Таблица 1 / Table 1

Динамика выбросов ЗВ в атмосферный воздух от стационарных источников по регионам ПФО, т / Dynamics of air pollutant emissions from stationary sources by regions of the Volga Federal District, tons

Федеральный округ / Federal District	2019	2021	2022	2023
Республика Башкортостан Republic of Bashkortostan	452019	449323	432541	446712
Республика Татарстан / Republic of Tatarstan	278435	322545	319852	319761
Пермский край / Perm region	205346	275154	274579	285682
Саратовская область / Saratov region	204541	117350	118099	137957
Оренбургская область / Orenburg region	195177	433368	397874	365684
Удмуртская Республика / Udmurt republic	184879	145032	154579	148022
Самарская область / Samara Region	170533	235403	233955	221743
Нижегородская область / Nizhny Novgorod region	143191	123490	121532	129451
Кировская область / Kirov region	82698	88599	85738	88736
Республика Мордовия / Republic of Mordovia	50741	53304	49872	57649
Республика Марий Эл / Mari El Republic	36676	38709	32699	44411
Пензенская область / Penza region	25442	28887	30920	37944
Чувашская Республика / Chuvash Republic	35004	27086	31622	26222
Ульяновская область / Ulyanovsk region	9606	30809	25033	26661

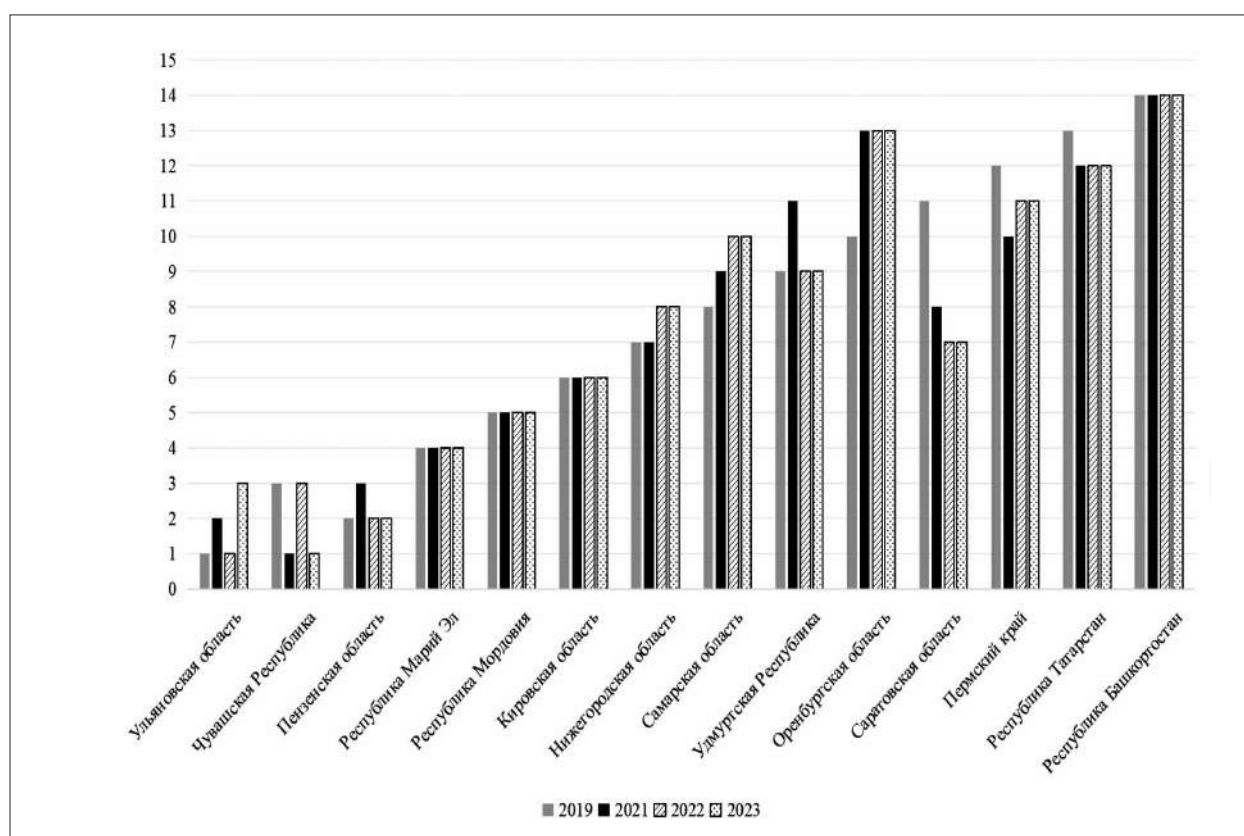


Рис. 1. Сравнительные данные по уровням выбросов ЗВ в атмосферный воздух от стационарных источников по регионам ПФО за период 2019, 2021–2023 гг. (по вертикальной оси 1-й уровень соответствует 9606 тыс. т, 14-й уровень – 452019 тыс. т)

Fig. 1. Comparative data on the levels of air pollutant emissions from stationary sources in the regions of the Volga Federal District for the period 2019, 2021–2023 (on the vertical axis the 1st level corresponds to 9606 thousand tons, the 14th level – 452019 thousand tons)

Таблица 2 / Table 2

Рейтинг (место среди регионов ПФО по количеству выбросов в атмосферу)
Rating (place among the Volga Federal District regions in terms of the amount of air emissions)

Регионы ПФО Volga Federal District regions	2019	2021	2022	2023
	Рейтинг / Rating			
Ульяновская область / Ulyanovsk region	1	2	1	3
Пензенская область / Penza region	2	3	2	2
Чувашская Республика / Chuvash Republic	3	1	3	1
Республика Марий Эл / Mari El Republic	4	4	4	4
Республика Мордовия / Republic of Mordovia	5	5	5	5
Кировская область / Kirov region	6	6	6	6
Нижегородская область / Nizhny Novgorod Region	7	7	8	8
Самарская область / Samara Region	8	9	10	10
Удмуртская Республика / Udmurt republic	9	11	9	9
Пермский край / Perm region	12	10	11	11
Саратовская область / Saratov region	11	8	7	7
Оренбургская область / Orenburg region	10	13	13	13
Республика Татарстан / Republic of Tatarstan	13	12	12	12
Республика Башкортостан / Republic of Bashkortostan	14	14	14	14

Республика Татарстан, Оренбургская область, Пермский край, в то время как значительно меньший выброс ЗВ характерен для Ульяновской и Пензенской области, Чувашской Республики и Республики Марий Эл.

Кировская область по объёму выбросов среди 14 регионов ПФО устойчиво занимает 6 место (табл. 2). При этом следует отметить, что и для других регионов количество выбросов ЗВ в атмосферный воздух по годам отличается незначительно. Так, например, в Республике Башкортостан выброс ЗВ в атмосферный воздух за период 2019, 2021–2023 гг. колеблется в объёмах от 432 до 452 тыс. т в год, в Ульяновской области – от 9,8 до 30,5 тыс. т, в Кировской области – от 82 до 88 тыс. т в год (табл. 1).

В перечень городов Российской Федерации, в которых были зарегистрированы случаи превышения ПДК максимальными концентрациями отдельных ЗВ более чем в 10 раз, в 2022 г. из ПФО отнесены два города: г. Уфа по бенз(а)пирену и г. Самара – по сероводороду.

В 2022 г. список городов с оценкой степени загрязнения атмосферного воздуха, соответствующей значению $I_{ЗА} \geq 14$ (индекс атмосферного загрязнения), включал 40 городов РФ. Основной вклад в оценку степени загрязнения в городах со значением $I_{ЗА} \geq 14$ вносит бенз(а)пирен, в наибольших количествах поступающий в атмосферный воздух в результате сжигания твёрдого топлива, так как основными источниками его вы-

бросов являются предприятия топливно-энергетического комплекса. В некоторых городах это предприятия чёрной и цветной металлургии, алюминиевой, химической, лесной и деревообрабатывающей промышленности. По ПФО только г. Пенза входит в перечень городов со значением $I_{ЗА} \geq 14$, но по другим ЗВ, а именно, по наибольшему содержанию в воздухе хлороводорода, формальдегида, диоксида азота, фенола и сероводорода [1–3].

Степень загрязнения атмосферного воздуха, соответствующая значению $I_{ЗА} > 7$, отмечалась в 2022 г. в городах ПФО из Самарской и Ульяновской областей и в Чувашской Республике. Средняя за год концентрация одного или нескольких веществ, превысивших ПДК ($Q > 1$ ПДК), отмечена в ПФО в 5-ти городах республики Башкортостан, Нижегородской и Оренбургской областей, в 7-ми городах Ульяновской области и в 9-ти – в Самарской области.

Кировская область по данным показателям не входит не в один из перечней, где отмечаются превышения ЗВ выше ПДК и равным или более значений $I_{ЗА} > 7$, в то время как на территории Кировской области размещён, действует и состоит на учёте 8251 объект негативного воздействия на ОС. Государственный экологический надзор осуществляется по линии Министерства охраны ОС Кировской области на 5604 объектах, а по линии Управления Росприроднадзора по Кировской области – на 2647 объектах [4, 5]. Из них объектов негативного воздействия (ОН-

ВОС) и стационарных источников выбросов в Кировской области, относящихся к:

1 категории – 21 (все относятся к Управлению Росприроднадзора),

2 категории – 624, из них: 188 – относятся к Министерству охраны ОС, 436 – к Управлению Росприроднадзора,

3 категории – 4356, из них: 3568 – к Министерству охраны ОС, 788 – к Управлению Росприроднадзора,

4 категории – 3250, из них: 1848 – к Министерству охраны ОС, 1402 – к Управлению Росприроднадзора.

Основными ЗВ, выбрасываемыми в атмосферу на территории Кировской и Оренбургской областей, в Удмуртской Республике, являются оксид углерода, углеводороды (в том числе ЛОС), оксиды азота и серы. Во всех других регионах ПФО на первом месте находятся углеводороды, затем оксиды углерода, серы и азота [4, 5].

Большая часть выбросов от стационарных источников в Кировской области – это неспецифические (общепромышленные) выбросы (оксид углерода, углеводороды, диоксид серы, оксиды азота). Например, в 2022 г. состав общей массы выбросов ЗВ от стационарных источников составил: твёрдые отходы – 15,30 тыс. т, газообразные и жидкие –

70,43 тыс. т, в том числе по составу в них содержалось, тыс. т: оксида углерода – 35,08; углеводородов (без ЛОС) – 16,78; оксида азота – 10,35; диоксида серы – 3,20; ЛОС – 2,77; прочих веществ – 2,22.

Важной проблемой экологического состояния крупных городов региона является загрязнение ОС выбросами автомобильного транспорта. В 2022 г. в Кировской области выбросы от автотранспорта составили 89,048 тыс. т. Это на 4,881 тыс. т больше по сравнению с 2023 г. В общем объёме выбросов выбросы от автотранспорта составили в 2022 г. 50,9%. По данным Управления ГИБДД УМВД России по Кировской области, на 1 января 2023 г. в Кировской области на учёте в Госавтоинспекции состояло 509930 (в 2021 г. – 511924) единиц транспортных средств (рис. 2), из них 2465 (в 2021 г. – 2390) единиц транспортных средств оборудованы для питания двигателя газообразным топливом (компримированный природный газ – 609 (в 2021 г. – 520), сжиженный природный газ – 1856 (в 2021 г. – 1870) [4, 5].

Представленные на рисунке 2 данные свидетельствуют о том, что за 12 последних лет автомобильный парк в Кировской области существенно увеличился, почти в 1,5 раза, с 323470 машин в 2010 г. до 509930 в 2023 г.

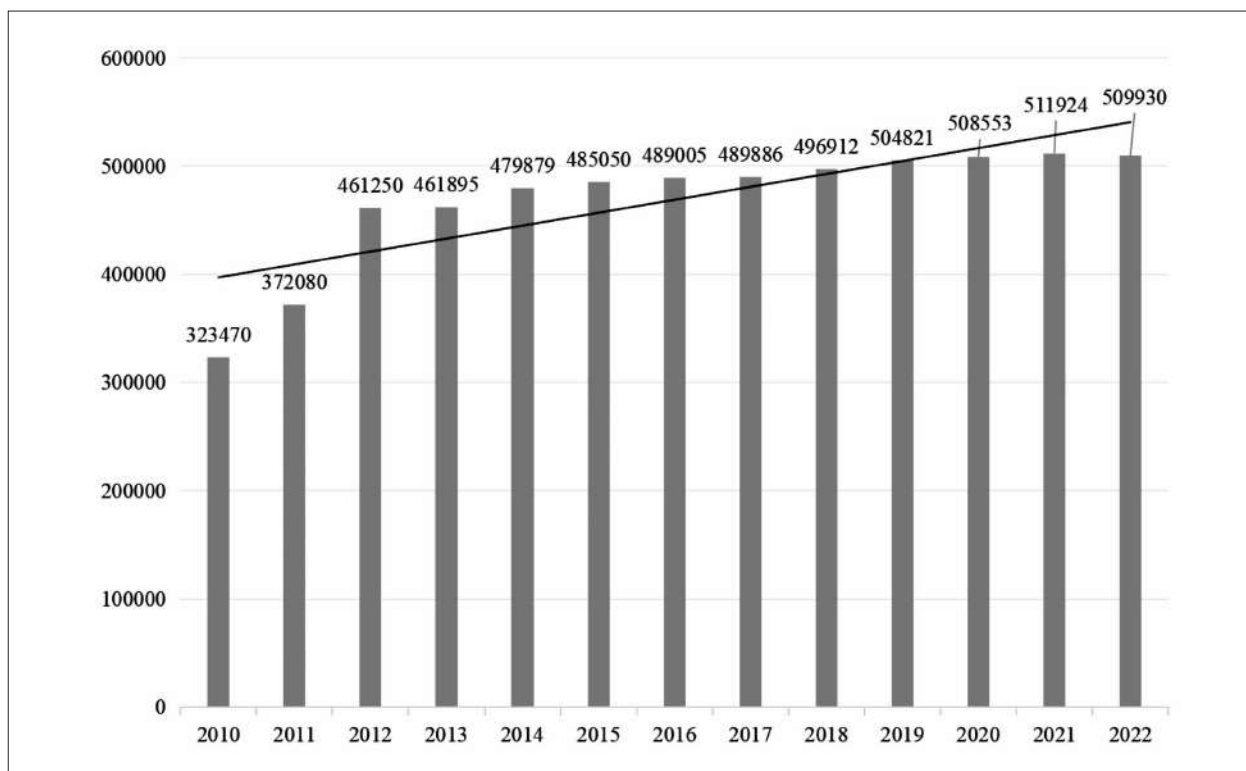


Рис. 2. Динамика роста количества автотранспорта в Кировской области за период 2010–2022 гг., ед. / Fig. 2. Dynamics of growth in the number of vehicles in the Kirov region for the period 2010–2022, units

Таблица 3 / Table 3

Динамика общих выбросов в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников на территории Кировской области / Dynamics of total air emissions from stationary and mobile sources in the Kirov region

Год Year	Совокупный объём выбросов, тыс. т Cumulative volume of emissions, thousand tons	Выброс от стационарных источников, тыс. т Emission from stationary sources, thousand tons	Выброс от передвижных источников, тыс. т Emission from mobile sources, thousand tons
2006	287,117	116,167	170,95
2007	269,154	108,999	160,155
2008	266,670	98,141	168,53
2009	269,668	117,320	152,348
2010	257,115	104,325	152,79
2011	217,219	100,103	117,116
2012	204,241	101,341	102,90
2013	215,300	103,300	112,00
2014	228,308	114,908	113,40
2015	209,890	96,093	113,80
2016	214,786	98,686	116,10
2017	208,681	98,081	110,60
2018	208,562	94,281	114,281
2019	179,508	82,698	96,81
2020	179,012	85,142	93,87
2021	176,310	88,600	87,710
2022	174,786	85,738	89,048
2023	172,900	88,736	84,167

и стабилизировался практически с 2020 г. По линии УГИБДД УМВД России по Кировской области обеспечивается контроль выбросов общественного транспорта.

Сравнительная характеристика совокупного объёма выбросов ЗВ в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников на территории Кировской области за период с 2006 по 2023 гг. представлена в таблице 3. Анализ данных таблицы 3 позволяет сделать вывод о том, что наметилась устойчивая тенденция снижения совокупного объёма выбросов ЗВ в атмосферный воздух с 287 до 172,9 тыс. т в год. В 2022 г. от предприятий и автотранспорта Кировской области в атмосферу поступило на 1,836 тыс. т больше, чем в 2023 г., т. е. 174,786 тыс. т ЗВ. По данным Западно-Уральского межрегионального управления Росприроднадзора, в 2022 г. всего поступило на очистные сооружения 110,126 тыс. т ЗВ. Из поступивших на очистку уловлено 102,448 тыс. т, утилизировано – 35,466 тыс. т, выбрасывается без очистки – 82,206 тыс. т (47%).

Важным показателем для оценки качества воздуха и тенденций его изменений является количество городов, где средние за год концентрации какого-либо ЗВ превышали 1 ПДК [1–3].

По сравнению с предыдущим годом, количество таких городов по России уменьшилось на 6 и составило 205, что связано со снижением запылённости воздуха в ряде городов. В 205 городах РФ средняя за год концентрация одного или нескольких ЗВ превысила ПДК ($Q > 1$ ПДК). В республиках Башкортостан и Крым, в Свердловской, Нижегородской, Оренбургской областях данный показатель отмечен в 5-ти городах, в Астраханской области – 6, в Красноярском крае (и Таймырском АО), Ханты-Мансийском АО (Югра), Ульяновской области – в каждом по 7, в Московской (и г. Москва) и Самарской областях – 9, в Ростовской области – 11, в Иркутской области – 16 городах. Количество городов в ПФО, где средние за год концентрации взвешенных веществ превысили норматив содержания ЗВ в атмосферном воздухе, по сравнению с 2021 г. уменьшилось на 6 городов и составило 114, формальдегида – на 2 города и составило 149. Количество городов, где средние за год концентрации диоксида азота превышали норматив содержания в атмосферном воздухе, за 5 лет уменьшилось на 12 городов, бенз(а)-пирена – уменьшилось на 8 [3].

По Кировской области в 2022 г. при проведении исследований в рамках государствен-

ного надзора и производственного контроля в атмосферном воздухе зарегистрированы превышения гигиенических нормативов по содержанию аммиака, сероводорода, оксида азота, оксида углерода, однако не было зарегистрировано уровней загрязнения атмосферного воздуха более 5 ПДК [4, 5]. Города с высоким и очень высоким значением ИЗА в регионе отсутствуют. Индекс загрязнения атмосферы двух крупных промышленных городов, г. Кирова и г. Кирово-Чепецка, оценивался в течение ряда лет на уровне ИЗА=4. В настоящее время он составляет ИЗА=1, что свидетельствует о малом загрязнении атмосферного воздуха, так как значение ИЗА<5 уже свидетельствует о низком загрязнении атмосферы. Однако в регионе несколько лет отмечается локальное загрязнение атмосферного воздуха в юго-западном микрорайоне г. Кирова и в период аварийных выбросов на предприятиях г. Кирово-Чепецка.

По данным мониторинга и контроля, за период 2018–2022 гг. среднегодовые концентрации взвешенных веществ в выбросах в атмосферный воздух в регионе снизились на 19%, однако, по-прежнему превышают норматив ПДК_{с.р.}. Выбросы твёрдых веществ от стационарных источников увеличились на 11%. Среднегодовые концентрации диоксида серы за последние пять лет существенно не изменились, оксида углерода – снизились на 18%, диоксида азота – на 8%, оксида азота – на 9%, бенз(а)пирена – на 24%. В то же время выбросы от стационарных источников, вносящих наибольший вклад в формирование уровня загрязнения воздуха бенз(а)пиреном, за период 2018–2022 гг. увеличились существенно – на 31,9%. Следует также отметить, что среднегодовые концентрации формальдегида за пятилетний период увеличились на 4%, а количество выбросов формальдегида от стационарных источников за период 2018–2022 гг. увеличилось на 53%.

Таким образом, на территории региона наряду с общепромышленными ЗВ в выбросах в атмосферный воздух необходимо контролировать и проводить мониторинговые исследования по определению содержания в атмосферном воздухе и в атмосферных осадках бенз(а)пирена и формальдегида, выбросы которых в атмосферу увеличиваются. Наибольшую долю выбросов составляют продукты сгорания дизельного топлива: бенз(а)пирен и амины.

Мониторинг в Кировской области за состоянием атмосферного воздуха осуществля-

ется специалистами природоохранного центра при Министерстве охраны ОС Кировской области, Кировского центра по гидрометеорологии и мониторингу ОС, а также Управления «Роспотребнадзор» по Кировской области на селитебной территории наиболее крупных населённых пунктов по 20 утверждённым точкам маршрутных постов наблюдения в 7 крупных промышленных центрах региона [4, 5]. При исследовании атмосферного воздуха населённых пунктов Кировской области выявлено, что удельный вес неудовлетворительных результатов исследований в регионе ниже, чем в целом по РФ. В 2022 г. исследовано 13833 пробы атмосферного воздуха городских и сельских поселений (2021 г. – 14 868, 2020 г. – 13 811). Доля проб атмосферного воздуха, превышающих нормативы, в 2022 г. в Кировской области составила – 0,02% (2018 г. – 0,1%, а в РФ – 0,7%; 2019 г. – 0,3%, в РФ – 0,7%; 2020 г. – 0,1%, в РФ – 0,6%; 2021 г. – 0,1%, в РФ – 0,8%). Наибольшее количество в выбросах по результатам исследований приходится на такие ЗВ, как диоксид азота, оксид углерода, взвешенные вещества, диоксид серы, углеводороды (в том числе ароматические), аммиак. Превышения ПДК максимально-разовых доз регистрировались в городских поселениях при подфакельном отборе проб по оксиду азота (0,28%), сероводороду (0,12%), аммиаку (0,1%), оксиду углерода (0,06%). Исследования на содержание общепромышленных выбросов проводили на территории городов Кирова, Кирово-Чепецка, Вятских Полян, Слободского, Котельнича, Советска, а также в пос. Мирном Оричевского района. На территориях промышленных предприятий и автотранспорта (гг. Киров и Кирово-Чепецк) перечень исследуемых показателей более широкий в связи с наличием специфических загрязнителей. Так, в г. Кирове в программу мониторинговых исследований атмосферного воздуха на 2022 г. были включены фенол, формальдегид, аммиак и сероводород, в г. Кирово-Чепецке – хлороводород, фтороводород, аммиак, формальдегид, марганец. В ходе мониторинговых исследований атмосферного воздуха селитебной территории г. Кирова в 2014–2015 гг. регистрировались единичные случаи превышений гигиенических нормативов (по содержанию формальдегида), что являлось следствием загрязнения ОС выбросами автомобильного транспорта, а также по содержанию взвешенных веществ 2016 г. в г. Слободском. За 2021–2022 гг. превышений гигиенических нормативов при

проведении мониторинговых исследований на селитебной территории г. Кирова не выявлено.

Мониторинговые исследования по изучению состояния атмосферного воздуха в г. Кирове в 2021–2023 гг. проводятся в рамках научных исследований сотрудниками и аспирантами лаборатории биомониторинга Вятского государственного университета [6–9]. В ходе исследований в разное время суток в локальных местах и на транспортных магистралях города измерялось содержание в атмосферном воздухе пяти наиболее распространённых ЗВ: CH_4 , CO_2 , CO , H_2S , NH_3 . В ходе исследований ни по одному из определяемых газообразных веществ не было зафиксировано превышений значений ПДК среднесуточного содержания. Концентрация оксида углерода (II) в атмосферном воздухе в 2023 г., по сравнению с предыдущими годами, в основном, не изменилась и остаётся на всех исследуемых участках практически на прежнем уровне. Концентрация сероводорода в атмосферном воздухе городской среды колебалась от 0,002 до 0,008 мг/м³. Если в 2021–2022 гг. концентрация этого газа не превышала 0,004 мг/м³, то в октябре 2023 г., по сравнению с предыдущими годами, отмечены высокие концентрации данного ЗВ – до 0,007 мг/м³ на территории парка им. С.М. Кирова и до 0,008 мг/м³ на перекрёстке ул. Ленина и ул. Профсоюзной, что практически достигало значений ПДК. В то же время в июне на этих же участках отмечено снижение концентрации данного ЗВ.

Работы по регулированию выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух в периоды неблагоприятных метеорологических условий (НМУ) на территории Кировской области проводятся в соответствии с установленным порядком, утверждённым Постановлением Правительства Кировской области от 21.01.2021 № 21. Разработаны и согласованы планы мероприятий по регулированию выбросов при НМУ 18 предприятий. В результате анализа представленных отчётов установлено, что природопользователи выполняют мероприятия в соответствии с разработанными планами и законодательством РФ. Мероприятия по регулированию выбросов в периоды НМУ можно считать достаточно эффективными, поскольку по данным Кировского центра по гидрометеорологии и мониторингу ОС – филиала государственного бюджетного учреждения «Верхне-Волжское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (Кировский ЦГМС –

филиал ФГБУ «Верхне-Волжское УГМС») в течение 2022 г. случаев высокого и экстремально высокого загрязнения атмосферного воздуха в пунктах наблюдательной сети Кировского ЦГМС, расположенных в г. Кирове (5 пунктов) и г. Кирово-Чепецке (1 пункт), не зарегистрировано [1].

Важной характеристикой состояния атмосферы являются факторы радиационного излучения. Радиационная обстановка в Кировской области в 2022 г. на территории области оставалась благополучной и по сравнению с предыдущими годами практически не изменилась. Радиационные аномалии отсутствовали, превышений основных дозовых пределов не зарегистрировано [10, 11]. Основным дозообразующим фактором радиационного воздействия является природное облучение человека. Средняя доза природного облучения в 2022 г. на федеральном уровне составила 3,34 мЗв, из которых 1,98 мЗв за счёт радона. Для 6 субъектов РФ средняя доза природного облучения в 2022 г. превысила 5 мЗв: в Республике Алтай – 8,54 мЗв, в Забайкальском крае – 8,14 мЗв, в Еврейской автономной области – 6,18 мЗв, в Республике Тыва – 5,69 мЗв, в Ставропольском крае – 5,47 мЗв и в Иркутской области – 5,24 мЗв [12]. В Кировской области природное облучение составило в 2017 г. – 82,5%, 2018 г. – 82,2%, 2019 г. – 80,4%, 2020 г. – 79,8%, 2021 г. – 68,8%, в 2022 г. – 70,58%. Средние годовые эффективные дозы природного облучения человека в Кировской области и по РФ за счёт внешнего гамма-излучения и за счёт радона представлены в таблице 4.

Анализ значений среднегодовой эффективной дозы природного облучения на одного человека по Кировской области за период 2017 по 2022 гг. (табл. 4) свидетельствует о том, что данный показатель значительно ниже, чем на территории РФ, кроме того, в регионе наметилась чёткая тенденция снижения эффективной дозы природного облучения по годам.

Средняя доза облучения населения РФ за счёт всех источников ионизирующего излучения в 2022 г. составила 4,21 мЗв. Наибольшие дозы имели место в Забайкальском крае (8,69 мЗв), в республиках Алтай (9,25 мЗв) и Тыва (6,30 мЗв), в Еврейской автономной области (6,44 мЗв), в Иркутской области (6,36 мЗв) и в Ставропольском крае (6,10 мЗв). В Кировской области средняя годовая эффективная доза на жителя за счёт всех источников ионизирующего излучения (ИИИ) составила

Таблица 4 / Table 4

Средние годовые эффективные дозы природного облучения (мЗв/год на человека)
Average annual effective doses of natural radiation

Год / Year	Кировская область Kirov region	Российская Федерация Russian Federation
2017	2,97	3,34
2018	2,48	3,26
2019	2,46	3,28
2020	2,24	3,20
2021	2,16	4,18
2022	2,04	3,34

Таблица 5 / Table 5

Средняя годовая эффективная доза на жителя за счёт всех ИИИ в Кировской области, мЗв/год
Average annual effective dose per inhabitant due to all radiation sources in the Kirov region, mSv/year

Территория Territory	Год / Year					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Кировская область Kirov region	3,6	3,0	3,1	3,0	3,1	2,892
Российская Федерация Russian Federation	3,9	3,8	3,9	4,0	4,2	4,21

в 2022 г. 2,892 мЗв/год (табл. 5) [11, 12]. Коллективная годовая эффективная доза облучения населения области за счёт всех ИИИ в 2022 г. составила 3570,49 чел.-Зв [11].

Данные таблицы 5 свидетельствуют о том, что средняя годовая эффективная доза на жителя за счёт всех ИИИ как по стране, так и по Кировской области в течение ряда лет практически находится на одинаковом уровне. Для территории Кировской области это значение находится в пределах 2,9–3,6 мЗв/год, а по стране от 3,8 до 4,21 мЗв/год.

Значимым шагом в сторону достижения баланса выбросов ЗВ в атмосферу в России является федеральный проект «Чистый воздух» в составе национального проекта «Экология». В рамках данного проекта ставится задача – объём выбросов к 2030 г. должен снизиться вдвое. В данном эксперименте по квотированию вредных выбросов в атмосферу уже участвует 41 город России (12 из них – с 2019 г.) [13]. От Кировской области в данный эксперимент по наиболее загрязнённым городам в РФ не включён пока ни один город. Однако, если по результатам эксперимента данная задача будет поставлена перед всеми крупными городами и промышленными центрами, то за оставшиеся 6 лет по снижению вдвое показателя совокупного объёма выбросов ЗВ в атмосферный воздух в регионе предстоит многое сделать. В 2006 г. совокупный объём выбросов ЗВ

в атмосферный воздух составлял 287 тыс. т, потребуется его снизить до 143,5 тыс. т, а если будет взят показатель за последние 5 лет, то в 2019 г. совокупный объём выбросов ЗВ в атмосферный воздух в регионе составлял 179,5 тыс. т и довести его потребуется практически до 90 тыс. т. Безусловно, это не простая задача, и к её реализации всем предприятиям необходимо готовиться не откладывая.

Кроме того, нужно стремиться к постоянному снижению выбросов в атмосферный воздух парниковых газов от предприятий энергетики, промышленности, строительства, сельского хозяйства и не только по диоксиду углерода, метану, закиси азота, но и примесей к ним, специфическим ЗВ: формальдегиду, фторо- и хлороуглероду, гидрофторуглероду, перфторуглероду, гексафториду серы и др. [13–16]. В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 14.03.2022 г. № 355 и Постановлением Правительства Российской Федерации от 20.04.2022 г. № 707, выбросы парниковых газов от предприятий до 2025 г. не должны достигать границы 150000 т CO₂-экв в год, а с 2025 г. этот показатель планируется ужесточить до 50 т CO₂-экв в год. Если данный показатель на сегодня выше значения 150000 т CO₂-экв в год, то от предприятия требуется обязательное представление отчёта о выбросах парниковых газов в Министерство экономического развития Российской Федерации оператору реестра парниковых газов.

Заклучение

Анализ и оценка имеющихся данных и результаты мониторинговых исследований позволяют сделать вывод о том, что состояние атмосферного воздуха на территории Кировской области в сравнении с регионами ПФО и в целом по стране за период с 2006 г. стабилизировалось, и среди 14 регионов ПФО по качеству атмосферного воздуха Кировская область находится устойчиво на 6 месте.

Однако по снижению показателя совокупного объёма выбросов ЗВ в атмосферный воздух в регионе предстоит многое сделать: необходимо продолжать модернизировать промышленные предприятия и котельные, перевести их на экологичное топливо, запустить в больших объёмах оборудование личных и общественных транспортных средств для питания двигателей газообразным топливом, сжиженным природным газом. Предприятиям энергетики, промышленности, строительства, сельского хозяйства целесообразно провести анализ и расчёты прямых выбросов парниковых газов от производственной, косвенной деятельности и объёмов других прочих косвенных выбросов и стремиться внедрять в производство более современные экологичные технологии производства.

По линии организаций, обеспечивающих контроль за безопасностью окружающей природной среды в регионе с участием специалистов министерств ЖКХ и строительства, энергетики, сельского хозяйства необходимо провести аудит котельных по соблюдению нормативов допустимого выброса и соблюдению технологических регламентов их работы.

В организации и проведении экологического мониторинга атмосферного воздуха целесообразно взять пример с Челябинской области, где разработана комплексная программа и внедрена система экологического мониторинга, объединяющая все природоохранные службы региона (Министерство охраны окружающей среды, управления Росприроднадзора, Роспотребнадзора, Гидромета), с привлечением к участию в этом НИИ и вузов региона. Определена сеть экологического мониторинга, обоснован и утверждён перечень приоритетных показателей ЗВ по региону.

Начать эту работу целесообразно с крупных промышленных центров региона. Для этого необходима разработка комплексной программы экологического мониторинга с включением в неё типичного для каждого города перечня контролируемых показателей,

как общепромышленных, так и специфических ЗВ, проявляющих себя уже в настоящее время в ряде городов региона: хлороводород, фтороводород, сероводород, формальдегид, аммиак, фенол, сероуглерод, этилбензол, бенз(а)-пирен, соединения свинца, ртути и др.

Для вовлечения в процесс контроля и мониторинга атмосферного воздуха на территориях городских агломераций необходимо активизировать мобильные группы Министерства охраны окружающей среды, Росприроднадзора, Роспотребнадзора, Гидромета, учёных региона, общественности, корпуса общественных инспекторов экологического контроля. Наиболее конструктивно использовать в этом процессе программы «ГИС-экология». Доводить оперативную информацию до населения о состоянии и путях решения проблем по снижению загрязнения атмосферного воздуха, о мерах и реализуемых мероприятиях по модернизации предприятий.

Литература

1. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации [Электронный ресурс] <https://www.meteorf.gov.ru/product/infomaterials/90/> (Дата обращения: 29.03.2024).
2. В большинстве регионов РФ наблюдается сокращение вредных выбросов в воздух [Электронный ресурс] <https://news.ecoindustry.ru/2023/06/v-bolshinstve-regionov-rf-nablyudaetsya-sokrashhenie-vrednyh-vybrosov-v-vozduh/> (Дата обращения: 29.03.2024).
3. Основные показатели охраны окружающей среды. Статистический бюллетень. М.: Росстат, 2023. 105 с.
4. О состоянии окружающей среды Кировской области в 2022 году: региональный доклад / Под общ. ред. Т.Э. Абашева. Киров: Министерство охраны окружающей среды Кировской области, 2023. 201 с.
5. О состоянии окружающей среды Кировской области в 2021 году: региональный доклад / под общей редакцией А.В. Албеговой. Киров: Министерство охраны окружающей среды Кировской области, 2022. 220 с.
6. Рутман В.В., Хето М.Х. Мониторинг атмосферного воздуха городской среды // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: материалы XXI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Киров: Вятский государственный университет, 2023. С. 59–64.
7. Рутман В.В., Хето М.Х. Исследование содержания запахообразующих веществ в атмосфере города // Экология родного края: проблемы и пути решения: материалы XVIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Киров: Вятский государственный университет, 2023. Книга 1. С. 353–356.

8. Рутман В.В., Хето М.Х., Ашихмина Т.Я. Применение ГИС-технологий для оценки состояния атмосферного воздуха городской среды // Технологии переработки отходов с получением новой продукции: Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Киров: Вятский государственный университет, 2022. С. 206–211.

9. Ашихмина Т.Я., Кантор Г.Я., Тимонов А.С., Домнина Е.А., Дабах Е.В., Сырчина Н.В., Кондакова Л.В., Кутявина Т.И., Скугорева С.Г., Огородникова С.Ю., Рутман В.В., Кузнецов Д.А. Мониторинг атмосферного воздуха в районе предприятий по утилизации опасных промышленных отходов // Теоретическая и прикладная экология. 2023. № 1. С. 38–46. doi: 10.25750/1995-4301-2023-1-038-046

10. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Кировской области в 2022 году: государственный доклад. Киров: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2023. 170 с.

11. Радиационно-гигиенический паспорт территории [Электронный ресурс] <https://www.kirovreg.ru/social/protect/passport.php> (Дата обращения: 29.03.2024).

12. Барковский А.Н., Ахматдинов Руслан Р., Ахматдинов Рустам Р., Барышков Н.К., Библин А.М., Братилова А.Н., Кормановская Т.А., Романович И.К., Титова Т.Н., Журавлева В.Е., Сивенков А.Г., Цовьянов А.Г. Радиационная обстановка на территории Российской Федерации в 2022 году: справочник. СПб.: ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева, 2023. 66 с.

13. Дьяков А. Вдохнуть и не дышать: как в России сокращают объёмы вредных выбросов [Электронный ресурс] <https://trends.rbc.ru/trends/green/cmrm/654ba7f19a794735bde8d5b4?from=copy> (Дата обращения: 05.04.2024).

14. Седых В.А., Куролап С.А., Беяева Л.Н., Мазуров Г.И., Козлов А.Т., Закусилов В.П. Загрязнение воздушной среды формальдегидом и оценка риска канцерогенных эффектов // Теоретическая и прикладная экология. 2023. № 2. С. 73–79. doi: 10.25750/1995-4301-2023-2-073-079

15. Кантор Г.Я., Сырчина Н.В. Альтернативная оценка вклада метана в парниковый эффект // Теоретическая и прикладная экология. 2023. № 3. С. 197–207. doi: 10.25750/1995-4301-2023-3-197-207

16. Сырчина Н.В., Пилип Л.В., Ашихмина Т.Я. Контроль запахового загрязнения атмосферного воздуха (обзор) // Теоретическая и прикладная экология. 2022. № 2. С. 26–34. doi: 10.25750/1995-4301-2022-2-026-034

2. Reduction of harmful emissions into the air is observed in most regions of the Russian Federation [Internet recourse] <https://news.ecoindustry.ru/2023/06/v-bolshinstve-regionov-rf-nablyudaetsya-sokrashhenievrednyh-vybrosov-v-vozduh/> (Accessed: 29.03.2024) (in Russian).

3. Main indicators of environmental protection. Statistical bulletin. Moskva: Rosstat, 2023. 105 p. (in Russian).

4. On the state of the environment of the Kirov region in 2022: regional report / Ed. T.E. Abashev. Kirov: Ministerstvo okhrany okruzhayushchey sredy Kirovskoy oblasti, 2023. 201 p. (in Russian).

5. On the state of the environment of the Kirov region in 2021: regional report / Ed. A.V. Albegova. Kirov: Ministerstvo okhrany okruzhayushchey sredy Kirovskoy oblasti, 2022. 220 p. (in Russian).

6. Rutman V.V., Kheto M.Kh. Monitoring of atmospheric air of urban environment // Biodiagnostics of the state of natural and natural-technogenic systems: materialy XXI Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. Kirov: Vyatskiy gosudarstvennyy universitet, 2023. P. 59–64 (in Russian).

7. Rutman V.V., Kheto M.Kh. Study of the content of odor-forming substances in the city atmosphere // Ecology of the native land: problems and solutions: materialy XVIII Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. Kirov: Vyatskiy gosudarstvennyy universitet, 2023. Book 1. P. 353–356 (in Russian).

8. Rutman V.V., Kheto M.Kh., Ashikhmina T.Ya. Application of GIS-technologies for assessment of the state of atmospheric air of urban environment // Technologies of waste processing with obtaining new products: Materialy IV Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. Kirov: Vyatskiy gosudarstvennyy universitet, 2022. P. 206–211 (in Russian).

9. Ashikhmina T.Ya., Kantor G.Ya., Timonov A.S., Domnina E.A., Dabakh E.V., Syrchina N.V., Kondakova L.V., Kutjavina T.I., Skugoreva S.G., Ogorodnikova S.Yu., Rutman V.V., Kuznetsov D.A. Atmospheric air monitoring in the area of enterprises for the disposal of hazardous industrial waste // Theoretical and Applied Ecology. 2023. No. 1. P. 38–46 (in Russian). doi: 10.25750/1995-4301-2023-1-038-046

10. On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in Kirov region in 2022: State report. Kirov: Federalnaya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebiteley i blagopoluchiya cheloveka, 2023. 170 p. (in Russian).

11. Radiation-hygienic passport of the territory [Internet recourse] <https://www.kirovreg.ru/social/protect/passport.php> (Accessed: 29.03.2024) (in Russian).

12. Barkovskiy A.N., Akhmatdinov Ruslan R., Akhmatdinov Rustam R., Baryshkov N.K., Biblin A.M., Bratilova A.N., Kormanovskaya T.A., Romanovich I.K., Titova T.N., Zhuravleva V.E., Sivenkov A.G., Tsovyanov A.G. Radiation situation on the territory of the Russian Federa-

References

1. Review of the state and pollution of the environment in the Russian Federation [Internet recourse] <https://www.meteorf.gov.ru/product/infomaterials/90/> (Accessed: 29.03.2024) (in Russian).

tion in 2022: guide. Sankt-Peterburg: FBUN NIIRG im. P.V. Ramzaeva, 2023. 66 p. (in Russian).

13. Dyakov A. Breathing in and not breathing out: How Russia is reducing harmful emissions [Internet resource] <https://trends.rbc.ru/trends/green/cmrm/654ba7f19a794735bde8d5b4?from=copy> (Accessed: 05.04.2024) (in Russian).

14. Sedykh V.A., Kurolap S.A., Belyaeva L.N., Mazurov G.I., Kozlov A.T., Zakusilov V.P. Formaldehyde air pollution and risk assessment of carcinogenic effects //

Theoretical and Applied Ecology. 2023. No. 2. P. 73–79 (in Russian). doi: 10.25750/1995-4301-2023-2-073-079

15. Kantor G.Ya., Syrchina N.V. Alternative assessment of methane's contribution to the greenhouse effect // Theoretical and Applied Ecology. 2023. No. 3. P. 197–207 (in Russian). doi: 10.25750/1995-4301-2023-3-197-207

16. Syrchina N.V., Pilip L.V., Ashikhmina T.Ya. Control of odor pollution of atmospheric air (review) // Theoretical and Applied Ecology. 2022. No. 2. P. 26–34 (in Russian). doi: 10.25750/1995-4301-2022-2-026-034