

*Государственное унитарное предприятие
Республики Марий Эл
«Территориальный центр «Маргеомониторинг»*

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТЧЕТ

**Проведение мониторинга состояния атмосферного воздуха
на территории городского округа «Город Йошкар-Ола»**

2021 год

(муниципальный контракт № 103-пр от 12.03.2021 г.)

И.о. директора

А.М. Татарников

г. Йошкар-Ола

2021 год

Исполнители:

Отбор проб, химический анализ и обработку результатов произвели:

Главный специалист _____ Митрофанова С.Н.

Главный специалист _____ Соколова Л.А.

Отчет составили:

Главный специалист _____ Митрофанова С.Н.

Главный специалист _____ Соколова Л.А.

Ведущий специалист _____ Куршакова Х.В.

Содержание

Введение	4
1 Физико-географическая характеристика города Йошкар-Ола	6
2 Источники загрязнения атмосферного воздуха города Йошкар-Ола	6
3 Наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы города	9
3.1 Характеристика сети наблюдения	10
3.2 Маршрутный пост наблюдения	10
3.3 Перечень загрязняющих веществ, подлежащих контролю в атмосферном воздухе	10
3.4 Отбор проб	13
3.5 Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха	15
3.6 Характеристика загрязнения атмосферного воздуха по результатам проведенных исследований	18
3.6.1 Оксид углерода	19
3.6.2 Диоксид серы	21
3.6.3 Оксиды азота	24
3.6.4 Пыль (взвешенные частицы)	29
3.6.5 Формальдегид	32
4. Выводы	36
Библиография	39
Приложение А. Карта-схема размещения поста наблюдения	40
Приложение Б. Схема размещения поста наблюдения	41
Приложение В. Акты отбора проб атмосферного воздуха	42
Приложение Г. Протоколы КХА атмосферного воздуха	48
Приложение Д. Сводные таблицы результатов анализов	60
Приложение Е. Метеорологические параметры города Йошкар-Олы	65
Приложение Ж.Список предприятий, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду	71

Введение

Атмосфера является одной из систем, в которой протекает жизнедеятельность человека. Мы дышим атмосферным воздухом, и его чистота является необходимым условием здоровья людей.

Чистый атмосферный воздух имеет огромное значение в жизни и хозяйственной деятельности людей. Человек в среднем потребляет в сутки лишь 1 кг пищи и 2 л воды. Воздуха ему нужно значительно больше – около 25 кг, причём воздуха чистого, так как загрязнённый воздух может вызвать серьёзные заболевания. Эти цифры указывают на необходимость контроля качества воздушной среды как среды обитания человека. Особенно важной эта проблема становится в современных городах, степень загрязнённости воздуха в которых автомобильным транспортом и промышленностью может быть очень высокой.

Атмосфера обладает мощной способностью к самоочищению от загрязняющих веществ. Движение воздуха приводит к рассеиванию примесей. Пылевые частицы выпадают из воздуха на земную поверхность под действием силы тяжести и дождевых потоков. Многие газы растворяются во влаге облаков. Но в настоящее время объём ежегодно выбрасываемых в атмосферу вредных веществ резко возрос, составляет многие миллионы тонн и превышает пределы способности атмосферы к самоочищению.

На данный момент времени загрязнение воздуха - самая серьёзная проблема, с которой столкнулся весь мир. Это явление представляет собой смешение многих вредных веществ в составе воздуха и последующее отрицательное влияние на окружающую среду.

Динамическое загрязнение атмосферы происходит, главным образом, в ее нижних слоях. Загрязняющие вещества, попав в атмосферу, под воздействием излучения, присутствия свободных радикалов, озона, молекул воды претерпевают изменения, различные химические превращения вплоть до образования весьма опасных соединений. Степень загрязнения атмосферного воздуха зависит от числа источников загрязнения атмосферы и массы выбрасываемых загрязняющих веществ.

Качество атмосферного воздуха – важнейший фактор, влияющий на здоровье, на санитарную и эпидемиологическую ситуацию. С развитием промышленности в воздушные бассейны городов с выбросами промышленных предприятий и транспорта поступают тысячи тонн вредных веществ.

Существует несколько типов загрязнений:

- **Естественное загрязнение** связано с природными изменениями (лесные пожары, выветривание горных пород, вулканическая активность);
- **Антропогенные загрязнения** зависят от человека. Источником этих загрязнений окружающей среды является именно человек и человеческая деятельность. Чаще всего в эту группу загрязнений относят различные промышленные производства, которые при работе выбрасывают вредные вещества, загрязняющие среду.

Все естественные изменения состава атмосферы не идут ни в какое сравнение с загрязнениями искусственными, представляющими последствия человеческой деятельности. В атмосфере появляются совершенно новые для нее вещества, изменяется соотношение между имевшимися, резко возрастает запыленность и изменяются некоторые физические свойства воздуха.

Степень загрязнения атмосферы зависит от множества факторов: величины выбросов загрязняющих веществ, их химического состава, высоты, на которой осуществляются выбросы, климатических условий, определяющих перенос, рассеивание и превращение веществ в атмосфере.

Охрана атмосферного воздуха от различного рода загрязнений должна осуществляться не только в интересах сохранения здоровья и наследственности человека, но и в интересах всех отраслей хозяйства, науки и культуры. Это необходимо потому, что воздух играет весьма разнообразное значение в природе.

Ликвидация загрязнения воздуха может быть успешно разрешена там, где забота о благе народа – высшая задача государства, поэтому именно в России вопросам охраны атмосферного воздуха придается большое значение. Регулярно проводится мониторинг атмосферного воздуха.

Мониторинг включает следующие основные направления деятельности:

- наблюдения за факторами, воздействующими на окружающую природную среду, и ее состоянием;

- оценка фактического состояния природной среды;

- прогноз состояния природной среды.

Таким образом, мониторинг - это система наблюдений, оценки и прогноза состояния природной среды, не включающая управление качеством окружающей среды, но дающая необходимую информацию для такого управления и выработки инженерных методов защиты окружающей среды.

Мониторинг может охватывать как локальные районы, так и земной шар в целом (глобальный мониторинг). Чтобы обеспечить эффективную оценку и прогноз, мониторинг должен включать наблюдения за источниками загрязнения, загрязнением природной среды и следствиями от этого загрязнения.

Основанием для проведения работ по ведению мониторинга атмосферного воздуха на территории города Йошкар-Олы на 2021 год является техническое задание, выданное администрацией городского округа «Город Йошкар-Ола» в лице заместителя мэра города Йошкар-Олы Р.М. Шагвалеева.

Информационный отчет о состоянии атмосферного воздуха содержит сведения информационно - аналитического характера.

Информационный отчет составлен по результатам исследований, проведенных отделом мониторинга объектов окружающей среды ГУП «ТЦ «Маргеомониторинг» в рамках выполнения муниципального контракта № 103-пр от 12.03.2021 года на проведение мониторинга состояния атмосферного воздуха на территории города Йошкар-Олы.

1 Физико-географическая характеристика города Йошкар-Олы

Город Йошкар-Ола – столица Республики Марий Эл (координаты – 56°38' с.ш., 47°52' в.д.). Расположен на территории Марийской низменности, находящейся в восточной части Восточно-Европейской равнины, в 50 км к северу от реки Волги, на ее левом притоке – реке Малая Кокшага, разделяющей город на две части. Площадь города составляет 101,8 км², население на 01.01.2021 года – 286,9 тысяч человек.

Город Йошкар-Ола находится на территории Оршанско-Кокшагской равнины. Перепад высот от 87 до 110 м, уклоны поверхности 0,5-1,5°. Часть города находится в пойме реки Малая Кокшага и на ее террасах, у реки наблюдаются наименьшие высоты. Наибольшие высоты города – в районе микрорайона «Дубки».

Климат в городе умеренно-континентальный, имеет выраженные четыре времени года, с теплым летом и умеренно-холодной зимой.

Основные климатообразующие факторы: солнечная радиация, подстилающая поверхность, циркуляция атмосферы. Солнечная радиация является основным источником энергии природных процессов и явлений

Средняя годовая температура воздуха в городе составляет 3,2°С; средние температуры января -12,4°С, июля +18,6°С; зарегистрированы максимальная (+40°С) и минимальная (-47°С) температуры.

Территория Республики Марий Эл относится к зоне неустойчивого увлажнения.

На территории города Йошкар-Олы количество осадков составляет около 550 мм в год. Большая часть осадков выпадает в виде дождя. В холодное время года выпадает до 135 мм осадков в виде снега, высота снежного покрова составляет в среднем 35-50 см. Устойчивый снежный покров лежит в среднем 155 дней. Средняя скорость ветра в год достигает 4-5 м/с. Летом преобладают северо-восточные, северные, северо-западные и западные ветры, а зимой – южные, юго-западные и юго-восточные.

Современная Йошкар-Ола - крупный многоотраслевой, промышленный, культурный и научный центр республики, входящий в Волго-Вятский экономический регион Приволжского Федерального округа и являющийся одним из центров культуры финно-угорских народов.

Йошкар-Олу можно по праву назвать «зеленым» городом. Марийскую столицу со всех сторон окружают леса, а в самом центре располагаются городские парки и скверы. Большой комплекс городских лесов дополняется водоохранными зонами рек, водоёмов, лесозащитными полосами вдоль автомобильных и железных дорог.

2 Источники загрязнения атмосферного воздуха города Йошкар-Олы

В соответствии с ГОСТ 17.2.1.01-76 выбросы классифицируются следующим образом:

- **по агрегатному состоянию вредных веществ:**

- газообразные;
- твердые;
- жидкие.

- **по химическому составу:**

- сернистый ангидрид;
- окись углерода;
- окислы азота (в пересчете на NO_2);
- фтор и его соединения (в пересчете на фтор-ион);
- сероуглерод;
- сероводород;
- хлор;
- углеводороды предельные;
- и другие.

- **по размеру частиц:**

- менее $0,5 \cdot 10^{-6} м$;
- от $0,5 \cdot 10^{-6}$ до $3 \cdot 10^{-6} м$ включ.;
- от $3 \cdot 10^{-6}$ до $10 \cdot 10^{-6} м$ включ.;
- от $10 \cdot 10^{-6}$ до $50 \cdot 10^{-6} м$ включ.;
- от $50 \cdot 10^{-6} м$.

Частицы размером до 1 микрона находятся в воздухе в непрерывном беспорядочном движении; 1-10 микрон - падают с постоянной скоростью; больше 10 микрон - падают с возрастающей скоростью.

Аэрозоли - это взвешенные в воздухе частицы, в основном это полидисперсные системы (частицы разной величины).

Пыль - это аэродисперсная система с малой скоростью осаждения частиц под действием силы притяжения (0,1 - 5 микрон), образующаяся при сжигании топлива и в результате химических реакций.

- **по массе вещества:**

- менее 1 кг/ч;
- от 1 до 10 кг/ч включ.;
- от 10 до 100 кг/ч включ.;
- от 100 до 1000 кг/ч включ.;
- от 1000 до 10000 кг/ч включ.;
- от 10000 кг/ч.

- **по характеру воздействия на человека:**

- *общетоксические* (диоксид углерода, свинец, мышьяк, ртуть, бензол, цианиды);
- *раздражающие* (аммиак, сернистый ангидрид, окислы азота, ацетон);
- *сенсibiliзирующие или аллергены, или усиливающие действия других* (формальдегид, лаки, растворители);
- *канцерогенные*, вызывающие образование опухолей (бенз(а)пирен, сажа, оксиды хрома, асбест);
- *мутогенные* (свинец, марганец, радиационные вещества);
- *влияющие на репродуктивную функцию* (ртуть, свинец, марганец).

- **по пути проникновения в организм человека:**

- *проникающие через дыхательные пути* (ингаляция – 80%);
- *проникающие через желудочно-кишечный тракт* (пищеварительную систему – 5%);
- *проникающие через кожу и слизистые оболочки* (резорбция – 15%).

Йошкар-Ола - многофункциональный город с преобладанием промышленности.

Основные предприятия города Йошкар-Олы, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду, представлены в Приложении Ж.

Экологическая ситуация в различных районах города неоднородна и зависит от двух основных факторов: выбросов от стационарных источников загрязнения и от автотранспорта.

Основной проблемой, связанной с загрязнением атмосферного воздуха промышленными предприятиями, является неблагоприятное размещение селитебной зоны по отношению к основному промышленному району. Так, например, южная и центральная части города, где расположены основные предприятия города и наблюдается высокая концентрация автотранспорта, характеризуются несколько повышенным уровнем загрязнения атмосферы.

3 Наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы города

Атмосфера оказывает интенсивное воздействие не только на человека и биоту, но и на гидросферу, почвенно-растительный покров, геологическую среду, здания, сооружения и другие техногенные объекты. Поэтому охрана атмосферного воздуха и озонового слоя является наиболее приоритетной проблемой экологии и ей уделяется пристальное внимание во всех развитых странах.

Организация наблюдений за уровнем загрязнения атмосферы в городах и населенных пунктах осуществляется в соответствии с ГОСТ 17.2.3.01 - 86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населённых пунктов».

Наблюдение за уровнем загрязнения атмосферы производится на посту, представляющем собой заранее выбранное для этой цели место (точка местности), на котором размещается павильон или автомобиль, оборудованный соответствующими приборами.

Посты наблюдений за загрязнением атмосферы устанавливаются трех категорий: стационарные, маршрутные и передвижные (подфакельные).

Стационарный пост предназначен для обеспечения непрерывной регистрации содержания загрязняющих веществ или регулярного отбора проб воздуха для последующего анализа. Из числа стационарных постов выделяются опорные стационарные посты, которые предназначены для выявления долговременных измерений содержания основных и наиболее распространенных специфических загрязняющих веществ.

Маршрутный пост предназначен для регулярного отбора проб воздуха в фиксированной точке местности при наблюдениях, которые проводятся помощью передвижного оборудования.

Передвижной (подфакельный) пост предназначен для отбора проб под дымовым (газовым) факелом с целью выявления зоны влияния данного источника.

Каждый пост независимо от категории размещается на открытой, проветриваемой со всех сторон площадке с непылящим покрытием: асфальте, твердом грунте, газоне - таким образом, чтобы были исключены искажения результатов измерений наличием зеленых насаждений, зданий.

Степень загрязнения атмосферы зависит от количества выбросов вредных веществ и их химического состава, от высоты, на которой осуществляются выбросы, и от климатических условий, определяющих перенос, рассеивание и превращение выбрасываемых веществ.

Источники загрязнения атмосферы различаются по мощности выброса (мощные, крупные, мелкие), высоте выброса (низкие, средней высоты и высокие), температуре выходящих газов (нагретые и холодные).

К мощным источникам загрязнения относятся производства типа металлургических и химических заводов, заводов строительных материалов, тепловые электростанции и др.

К мелким источникам загрязнения - небольшие котельные и предприятия местной и пищевой промышленности, трубы печного отопления и т.п. Большое количество мелких источников может значительно загрязнять воздух.

Под низкими источниками понимают такие, в которых выброс осуществляется ниже 50 м, под высокими - выброс выше 50 м.

Нагретыми условно называют источники, у которых температура выбрасываемой газовой смеси выше 50°C; при более низкой температуре выбросы считаются холодными.

В городских условиях к источникам загрязнения окружающего воздуха относятся стационарные, подвижные и площадные источники выбросов.

В выбросах предприятий различных отраслей промышленности и транспорта содержится большое число различных вредных примесей.

Почти из всех источников в атмосферу поступают диоксид серы, пыль, оксид углерода, оксиды азота. Много вредных веществ образуется при сжигании топлива.

С целью получения объективной информации о качестве атмосферного воздуха создана система мониторинга.

3.1 Характеристика сети наблюдения

Наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы в г. Йошкар-Оле регламентированы ГОСТ 17.2.3.01-86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов» и РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы» (с изменениями на 08.04.2021).

3.2 Маршрутный пост наблюдения (далее МП)

В текущем году наблюдения за уровнем загрязнения атмосферного воздуха на территории г. Йошкар-Олы проведены на одном МП «Парк Победы» по адресу: РМЭ, г. Йошкар-Ола, ул. Машиностроителей, 22-А, район ДК им. В.И. Ленина (территория, ограниченная улицами Машиностроителей, Зарубина, Анциферова, Свердлова).

Месторасположение маршрутного поста наблюдения представлено на схеме (Приложение А) и карте-схеме (Приложение Б).

3.3 Перечень загрязняющих веществ, подлежащих контролю в атмосферном воздухе

Вещества, загрязняющие атмосферный воздух многочисленны, разнообразны и неодинаковы в отношении вредности. Они встречаются в воздухе в различном агрегатном состоянии: в виде твердых частиц, пара, капель жидкости, газов.

Повсеместно выбрасываются такие вредные вещества, как пыль (взвешенные вещества), диоксид и оксид азота, оксид углерода, которые принято называть основными, а также различные специфические вещества, выбрасываемые различными производствами, предприятиями и цехами.

В обязательном порядке измеряются основные, наиболее часто встречающиеся, загрязняющие воздух вещества: пыль (взвешенные вещества), диоксид серы, оксид углерода, оксиды азота.

Выбор других веществ, требующих контроля, определяется спецификой производства и выбросов в данной местности, частотой превышения ПДК.

В атмосферном воздухе города Йошкар-Олы на данном МП проведено

определение содержания следующих загрязняющих веществ: *диоксида азота, оксида азота, оксида углерода, диоксида серы, формальдегида, пыли (взвешенных частиц)* (Таблица 1).

Таблица 1 – Перечень определяемых загрязняющих веществ и критерии оценки качества атмосферного воздуха населенных мест (в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания))

№ п/п	Наименование вещества	Единица измерения	Формула	Величина ПДК (максимально разовая)	Лимитирующий показатель вредности	Класс опасности
1	Азота (IV) диоксид	мг/м ³	NO ₂	0,2	рефл.-рез.	3
2	Азота (II) оксид	мг/м ³	NO	0,4	рефл.	3
3	Углерода оксид	мг/м ³	CO	5,0	рез.	4
4	Серы диоксид	мг/м ³	SO ₂	0,5	рефл.-рез.	3
5	Пыль (взвешенные вещества)	мг/м ³	-	0,5	рез.	3
6	Формальдегид	мг/м ³	CH ₂ O	0,05	рефл.-рез.	2

Лимитирующий (определяющий) показатель вредности характеризует направленность биологического действия вещества: рефлекторное (рефл.) и резорбтивное (рез.).

Под **рефлекторным действием** понимается реакция со стороны рецепторов верхних дыхательных путей (ощущение запаха, раздражение слизистых оболочек, задержка дыхания и т.п), возникающая при кратковременном воздействии вредных веществ. Указанные эффекты возникают при кратковременном воздействии вредных веществ, поэтому рефлекторное действие лежит в основе установления **максимальной разовой ПДК (ПДКм.р.)**.

Под **резорбтивным действием** понимают возможность развития общетоксических, мутагенных, канцерогенных и других эффектов, возникновение которых зависит не только от концентрации вещества в воздухе, но и длительности ее вдыхания. С целью предупреждения развития резорбтивного действия устанавливается **среднесуточная ПДК (ПДКс.с.)**.

По степени воздействия на организм вредные вещества подразделяются на **четыре класса опасности**. Для каждого класса опасности установлена своя ПДК. Выделяют следующие классы опасности веществ в атмосферном воздухе:

- вещества чрезвычайно опасные (ПДК менее 0,1 мг/м³);
- вещества высокоопасные (ПДК 0,1–1 мг/м³);
- вещества умеренно опасные (ПДК 1,1–10 мг/м³);
- вещества малоопасные (ПДК более 10 мг/м³).

В основу классификации положены показатели, характеризующие различную степень опасности для человека вредных веществ, загрязняющих атмосферный воздух, в зависимости от токсичности, кумулятивности, способности вызывать отдаленные эффекты, лимитирующего показателя вредности (СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды

обитания», ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» (с Изменениями № 1, 2)).

Нормативно-техническое и методическое обеспечение работ по определению концентраций загрязняющих веществ в объектах окружающей среды осуществлялось в соответствии с нормативными документами, приведенными в Таблице 2 и Таблице 3.

Таблица 2 – Нормативно-технические документы

№ п/п	Наименование нормативного документа
1	РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы» - М., ГК СССР по гидрометеорологии, 1991 (с изм. на 08.04.2021)
2	РД 52.04.667-2005 «Руководящий документ. Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения. Общие требования к разработке, построению, изложению и содержанию - М., Росгидромет, 2005
3	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»
4	ГОСТ 17.2.4.02-81 Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ (в редакции 2004)
5	ГОСТ 17.2.6.02-85 Охрана природы. Атмосфера. Газоанализаторы автоматические для контроля загрязнения атмосферы. Общие технические требования (с Изменением №1)
6	ГОСТ 17.2.3.01-86 Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов (в редакции 2005г.)
7	ГОСТ Р 50760-95 Анализаторы газов и аэрозолей для контроля атмосферного воздуха. Общие технические условия
8	ГОСТ Р 8.589-2001 ГСИ. Контроль загрязнения окружающей природной среды. Метрологическое обеспечение. Основные положения (в редакции 2008г.)
9	Руководство по эксплуатации газоанализатора портативного «ЭКОЛАБ» ЕКМР 413322.001 РЭ

Таблица 3 – Методическое обеспечение работ

Методики выполнения измерений (МВИ)		
№ п/п	Обозначение НД	Наименование НД
1	РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы, ч. 1, п. 5.2.1.4	КХА. МВИ массовой концентрации диоксида азота с сульфаниловой кислотой и α -нафтиламином фотометрическим методом в атмосферном воздухе населенных пунктов
2	РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосфер, ч. 1, п. 5.2.1.6	КХА. МВИ массовой концентрации оксида азота с сульфаниловой кислотой и α -нафтиламином фотометрическим методом в атмосферном воздухе населенных пунктов
3	Руководящий документ РД 52.04.794-2014 (взамен РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы», ч. 1, п. 5.2.7.1)	Массовая концентрация диоксида серы в пробах атмосферного воздуха. Методика измерений фотометрическим формальдегидопарарозанилиновым методом

Продолжение Таблицы 3

4	Руководящий документ	Массовая концентрация формальдегида в пробах
---	----------------------	--

	РД 52.04.824-2015 (взамен РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы», ч.1, п. 5.3.3.6)	атмосферного воздуха. Методика измерений фотометрическим методом с фенилгидразином.
5	Руководящий документ РД 52.04.893-2020 (взамен РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы», ч.1, п. 5.2.6)	Массовая концентрация взвешенных веществ в пробах атмосферного воздуха. Методика измерений гравиметрическим методом
6	Руководство по эксплуатации газоанализатора портативного «ЭКОЛАБ» ЕКМР 413322.001 РЭ	КХА. МВИ массовой концентрации оксида углерода и диоксида серы электрохимическим методом в атмосферном воздухе.

Аналитические работы выполнялись в отделе мониторинга объектов окружающей среды ГУП ТЦ «Маргеомониторинг», соответствующего требованиям ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий». Отдел аккредитован в качестве испытательной лаборатории (центра) согласно Федеральному закону от 28.12.2013 № 412-ФЗ «Об аккредитации в национальной системе аккредитации» в соответствии с областью аккредитации.

Аттестат аккредитации испытательной лаборатории № РОСС RU.0001.512629, выдан 09.02.2018 (дата внесения сведений в реестр аккредитованных лиц 13.07.2015); Декларация о соответствии лаборатории требованиям ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» от 28.05.2020.

Лицензия на осуществление деятельности в области гидрометеорологии и смежных в ней областях от 31.12.2013 № Р/2013/2451/100/Л.

Обработка и обобщение полученных результатов исследований атмосферного воздуха производится в отделе мониторинга объектов окружающей среды ГУП ТЦ «Маргеомониторинг».

3.4 Отбор проб

Отбор проб — это одна из важных стадий проведения анализа атмосферного воздуха. Отбор проб осуществлялся путем аспирации определенного объема атмосферного воздуха через поглотительный прибор, заполненный жидким сорбентом для улавливания вещества (аспираторы модели 822 и ПУ-4Э) или через аэрозольный фильтр, задерживающий содержащиеся в воздухе частицы (аспиратор ПУ-3Э/12).

Определяемая примесь из большого объема воздуха концентрировалась в небольшом объеме сорбента или на фильтре.

Параметры отбора проб, такие, как расход воздуха и продолжительность его аспирации через поглотительный прибор, тип поглотительного прибора или фильтра, устанавливались в зависимости от определяемого вещества в соответствии с методическими указаниями.

Отбор проб атмосферного воздуха, замеры метеорологических параметров на МП «Парк Победы» по адресу: РМЭ, г. Йошкар-Ола, ул. Машиностроителей, 22-А, район ДК им. В. И. Ленина (территория,

ограниченная улицами: Машиностроителей, Зарубина, Анциферова, Свердлова), представлены на Фото №1 и Фото №2.

Фото №1





Фото №2

3.5 Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха

Степень загрязнения атмосферного воздуха оценивалась при сравнении фактических концентраций с ПДК.

ПДК - предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений (СанПин 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»).

В отчете использовались 5 показателей качества воздуха: **ПДК, СИ, НП, ИЗА, комплексный ИЗА.**

ПДК - концентрация, не оказывающая в течение всей жизни прямого или косвенного неблагоприятного действия на настоящее или будущие поколения, не снижающая работоспособности человека, не ухудшающая его

самочувствия
и санитарно-бытовых условий жизни.

Для воздуха населенных пунктов установлены два вида ПДК:

максимальные разовые (осредненные за 20 минут отбора)
и **среднесуточные**.

В связи с тем, что кратковременные воздействия не обнаруживаемых по запаху вредных веществ могут вызвать функциональные изменения в организме, были введены значения **максимальных разовых предельно допустимых концентраций (ПДК_{м.р.})**. Концентрации, измеренные за 20 минут, сравниваются с максимальными разовыми ПДК.

С учетом вероятности длительного воздействия вредных веществ на организм человека были введены значения **среднесуточных предельно допустимых концентрации (ПДК_{с.с.})**. Среднесуточные концентрации сравниваются со среднесуточными ПДК.

С учетом значений ПДК рассчитываются другие характеристики.

СИ - стандартный индекс, т.е. наибольшая измеренная разовая концентрация примеси, деленная на ПДК. Он определяется из данных наблюдений на посту за одной примесью, или на всех постах рассматриваемой территории за всеми примесями за месяц или за год.

СИ характеризует степень кратковременного загрязнения.

НП - наибольшая повторяемость (в процентах) превышения максимальной разовой ПДК по данным наблюдений за одной примесью, или на всех постах территории за всеми примесями за месяц или за год.

В соответствии с существующими методами оценки **уровень загрязнения** считается:

<i>низким</i>	<i>при СИ от 0 до 1,</i>	<i>НП 0%;</i>
<i>повышенным</i>	<i>при СИ от 2 до 4,</i>	<i>НП от 1 до 19%;</i>
<i>высоким</i>	<i>при СИ от 5 до 10,</i>	<i>НП от 20 до 49%;</i>
<i>очень высоким</i>	<i>при СИ >10,</i>	<i>НП >50%.</i>

ИЗА - количественная характеристика уровня загрязнения атмосферы отдельной примесью, учитывающая различие в скорости возрастания степени вредности веществ, приведенной к вредности диоксида серы.

Он используется для характеристики вклада отдельных примесей в общий уровень загрязнения.

В соответствии с существующей градацией уровень загрязнения считается:

<i>низким</i>	<i>при КИЗА < 5,</i>
<i>повышенным</i>	<i>при КИЗА от 5 до 6;</i>
<i>высоким</i>	<i>при КИЗА от 7 до 13;</i>
<i>очень высоким</i>	<i>при КИЗА >14.</i>

Комплексный ИЗА (КИЗА) - количественная характеристика уровня загрязнения атмосферы, создаваемого **n** веществами, присутствующими в атмосфере города.

Для сравнения степени загрязнения атмосферы различных городов (населенных пунктов), различных районов одного города рекомендуется

использовать в качестве характеристики уровня загрязнения КИЗА, рассчитанное по определенному количеству ингредиентов, вносящих наибольший вклад в уровень загрязнения атмосферы. Чаще всего рассчитывают КИЗА по пяти приоритетным ингредиентам, так называемое КИЗА пять (КИЗА₅). КИЗА₅ также применяется для оценки временной (многолетней) тенденции изменения состояния загрязнения атмосферы одного города (населенного пункта).

Указанное ранжирование по классам состояния атмосферы выполнено в соответствии с классификацией уровней загрязнения по четырехбальной шкале:

класс «нормы» соответствует уровню загрязнения воздуха ниже среднего по городам страны;

класс «риска» равен среднему уровню;

класс «кризиса» - выше среднего уровня;

класс «бедствия» - значительно выше среднего уровня.

К числу наиболее распространенных и опасных относятся восемь загрязняющих веществ:

1 – взвешенные вещества, они могут переносить другие загрязнители, растворенные в них или адсорбированные на поверхности частиц;

2 – углеводороды и другие летучие органические соединения;

3 – угарный газ (СО);

4 – оксиды азота (N_xO_y);

5 – оксиды серы, в основном диоксид (SO₂);

6 – свинец и другие тяжелые металлы;

7 – озон и другие фотохимические окислители;

8 – кислоты, в основном серная и азотная.

3.6 Характеристика загрязнения атмосферного воздуха по результатам проведенных исследований

В рамках муниципального контракта в течение 2021 года проведено 6 обследований на одном МП «Парк Победы», по адресу: Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, ул. Машиностроителей, д. 22-А, район ДК им. В. И. Ленина (территория, ограниченная улицами Машиностроителей, Зарубина, Анциферова, Свердлова):

- 1 обследование: 12 апреля;
- 2 обследование: 06 мая;
- 3 обследование: 11 июня;
- 4 обследование: 27 июля;
- 5 обследование: 06 августа;
- 6 обследование: 01 сентября.

Отобрано и проанализировано **216** проб (**1** пост, **6** раз в год, по **6** показателям, **3** раза в день (в 7-9 ч., в 13-15 ч., в 19-21 ч.) по **2** пробы каждого ингредиента) атмосферного воздуха, выполнено **72** замера 4-х метеорологических параметров (температура воздуха, влажность, давление, скорость ветра).

Акты отбора проб, протоколы КХА и таблицы результатов анализов атмосферного воздуха представлены в Приложениях В, Г, Д.1 и Д.2.

Метеорологические параметры города Йошкар-Ола за апрель, май, июнь, июль, август и сентябрь 2021 года представлены в Приложении Е.

Преобладающие направления ветров за исследуемый период представлены в Таблице 4.

Таблица 4 – Распределение направления ветров за исследуемый период 2021 года

<i>Наименование месяца</i>	<i>Направление ветра</i>	<i>Преобладающее направление ветров в месяц, %</i>
апрель	южное	23,3
	юго-западное	16,7
	северо-восточное	16,7
май	южное	19,4
	юго-западное	16,1
	восточное	12,9
	северное	12,9
июнь	северное	16,7
	северо-западное	16,7
	восточное	16,7
июль	северное	30,0
	северо-восточное	20,0
	западное	20,0
	северо-западное	16,7
август	юго-западное	25,8
	западное	19,4
	северо-западное	12,9
	северо-восточное	12,9
сентябрь	западное	26,7
	северо-западное	20,0
	юго-западное	13,3
	юго-восточное	13,3

3.6.1 Оксид углерода (СО, ПДК=5,0 мг/м³)

Оксид углерода (угарный газ) – ядовитый газ без цвета, запаха и вкуса. В естественных условиях, на поверхности Земли, угарный газ (СО)

образуется при неполном анаэробном разложении органических соединений и при сгорании биомассы, в основном в ходе лесных и степных пожаров.

Самый крупный источник оксида углерода в городах - автотранспорт. В большинстве городов свыше 90% оксида углерода попадает в воздух вследствие неполного сгорания углерода в моторном топливе.

Другой источник оксида углерода - табачный дым, с которым сталкиваются не только курящие люди, но и их ближайшее окружение. Доказано, что курящий человек поглощает вдвое больше оксида углерода по сравнению с некурящим. Оксид углерода вдыхается вместе с воздухом или табачным дымом и поступает в кровь, где конкурирует с кислородом за молекулы гемоглобина. Оксид углерода соединяется с молекулами гемоглобина прочнее, чем кислород. Чем больше оксида углерода содержится в воздухе, тем больше гемоглобина связывается с ним и тем меньше кислорода достигает клеток.

Оксид углерода также поступает в атмосферу и от промышленных предприятий в результате неполного сгорания топлива.

Оксид углерода является соединением, активно реагирующим с составными частями атмосферы, способствует повышению температуры на планете и созданию парникового эффекта.

Принято считать, что 1/3 всего количества оксида углерода, загрязняющего атмосферу, связана с деятельностью человека.

В рамках муниципального контракта в течение 2021 года отобрано **36** проб атмосферного воздуха на МП «Парк Победы».

Средние концентрации оксида углерода в атмосферном воздухе по месяцам составили:

$C_{CO} = 0,20$ мг/м³ (апрель);

$C_{CO} = 0,36$ мг/м³ (май);

$C_{CO} = 0,12$ мг/м³ (июнь);

$C_{CO} = 0,13$ мг/м³ (июль);

$C_{CO} = 0,08$ мг/м³ (август);

$C_{CO} = 0,16$ мг/м³ (сентябрь).

Динамика изменения средних концентраций оксида углерода (мг/м³) на МП «Парк Победы» за 2021 год представлена на Графике 1.

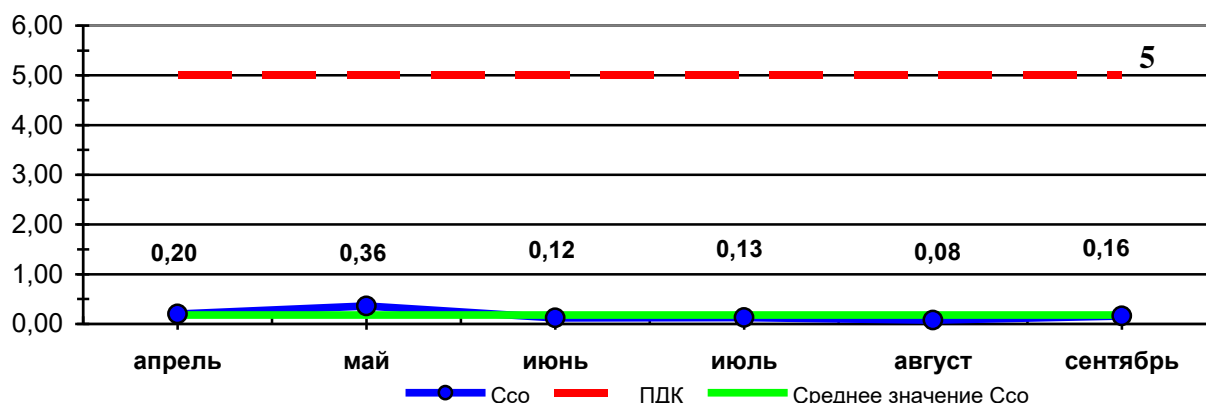


График 1 Динамика изменения средних концентраций оксида углерода в г. Йошкар-Оле за 2021 год

Результаты анализов показали, что содержание оксида углерода в атмосферном воздухе было несколько повышено в мае и не превышало ПДК. С апреля по октябрь содержание оксида углерода в среднем изменялось от 0,08 до 0,36 мг/м³ при ПДК = 5,0 мг/м³.

Средняя концентрация оксида углерода за наблюдаемый период на данном посту составила **0,18 мг/м³**.

ИЗА (индекс загрязнения атмосферы) - количественная характеристика уровня загрязнения атмосферы (ЗА) отдельной примесью, учитывающая различие в скорости возрастания степени вредности веществ, приведенной к степени вредности диоксида серы.

Значения индексов загрязнения атмосферы (далее ИЗА) оксидом углерода на МП «Парк Победы» представлены в Таблице 5 и на Графике 2.

Таблица 5 – Средние значения индексов загрязнения атмосферы оксидом углерода (ИЗА CO)

№ п/п	Название месяца	Значение ИЗА CO
1	апрель	0,037
2	май	0,065
3	июнь	0,022
4	июль	0,023
5	август	0,014
6	сентябрь	0,029

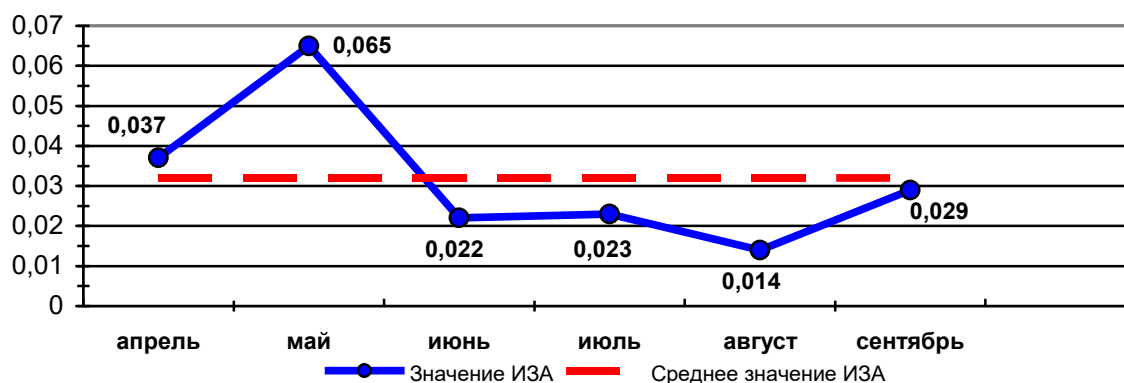


График 2 Динамика изменения ИЗА оксидом углерода по месяцам на МП «Парк Победы» за 2021 год

Величина индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) находится в прямой зависимости от концентрации определяемого вещества (CO). Наибольшее значение ИЗА оксидом углерода (0,061), как и повышенная концентрация оксида углерода ($C_{CO} = 0,36 \text{ мг/м}^3$), наблюдалось в мае.

Среднее значение ИЗА за определяемый период составило **0,032**.

Концентрации оксида углерода в течение периода наблюдений не превышали естественного содержания в атмосферном воздухе.

ВЫВОД (оксид углерода (II), CO)

Концентрация оксида углерода (II) в городском воздухе выше, чем любого другого загрязнителя. Однако поскольку этот газ не имеет ни цвета, ни запаха, ни вкуса, наши органы чувств не в состоянии обнаружить его.

Самый крупный источник оксида углерода в городах – автотранспорт. Другой источник оксида углерода – табачный дым, с которым сталкиваются не только курильщики, но и их ближайшее окружение.

Допустимое содержание оксида углерода в атмосферном воздухе города: максимальная разовая концентрация ПДК (за 20 минут) – 5 мг/м³;

среднесуточная ПДК – 3 мг/м³;

СИ (стандартный индекс) СО = 0,1;

НП (наибольшая повторяемость) = 0%;

уровень загрязнения «низкий».

Сравнительная характеристика содержания оксида углерода на МП «Парк Победы» за 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 и 2021 годы представлена на Графике 3.

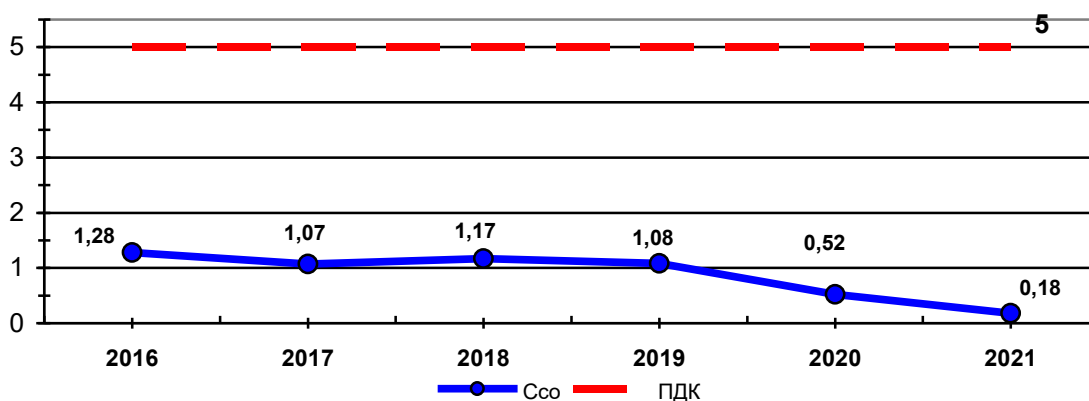


График 3 Средние концентрации оксида углерода в мг/м³ (ПДК_{со}=5 мг/м³) на МП «Парк Победы» за 2016 - 2021 годы.

По сравнению с 2020 годом, концентрация оксида углерода в атмосферном воздухе в 2021 году несколько снизилась и составляет **0,18** мг/м³. Предельно допустимая концентрация оксида углерода в атмосферном воздухе для населенных мест составляет 5 мг/м³.

В течение шести лет содержание оксида углерода в г. Йошкар-Оле наблюдалось на уровне 0,04 - 0,26 ПДК.

3.6.2 Диоксид серы (SO₂, ПДК=0,5 мг/м³)

Диоксид серы – бесцветный газ с характерным резким запахом (запах загорающейся спички). Растворимость газа в воде достаточно велика.

Диоксид серы – реакционноспособен, из-за химических превращений время его жизни в атмосфере невелико (порядка нескольких часов). В связи с этим возможности загрязнения и опасность воздействия непосредственно диоксида серы носят локальный, а в отдельных случаях – региональный характер.

К природным (естественным) источникам диоксида серы относят вулканы, лесные пожары, морскую пену и микробиологические превращения серосодержащих соединений.

Диоксид серы антропогенного происхождения образуется при сгорании угля и нефти, в металлургических производствах, при переработке содержащих серу руд (сульфиды), при различных химических технологических процессах. Большая часть антропогенных выбросов диоксида серы (около 87 %) связана с энергетикой и металлургической промышленностью.

В рамках муниципального контракта в течение 2021 года отобрано **36** проб на МП «Парк Победы» на определение диоксида серы.

Средние концентрации диоксида серы в атмосферном воздухе по месяцам составили:

- $C_{SO_2} = 0,0017$ мг/м³ (апрель);
- $C_{SO_2} = 0,0014$ мг/м³ (май);
- $C_{SO_2} = 0,0008$ мг/м³ (июнь);
- $C_{SO_2} = 0,0013$ мг/м³ (июль);
- $C_{SO_2} = 0,0057$ мг/м³ (август);
- $C_{SO_2} = 0,0011$ мг/м³ (сентябрь).

Динамика изменения средних концентраций диоксида серы в мг/м³ (SO_2 ПДК=0,5 мг/м³) в г. Йошкар-Ола за 2021 год представлена на Графике 4.

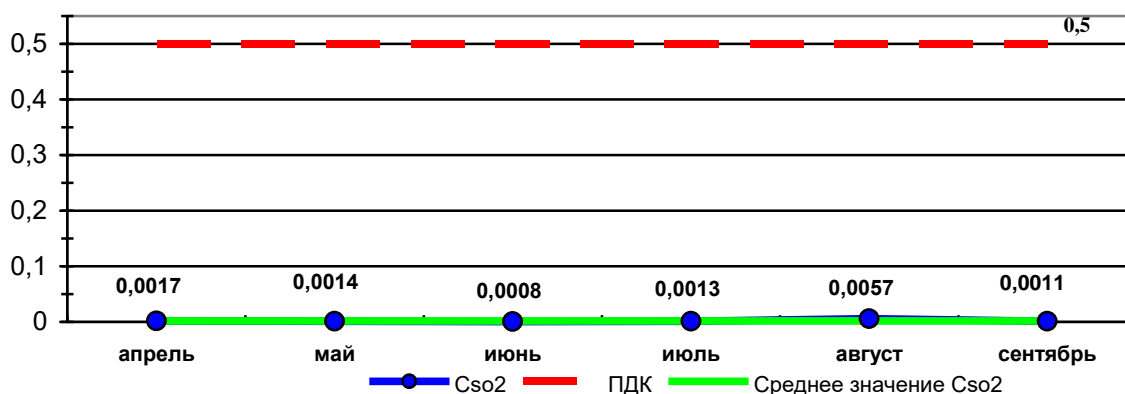


График 4 Динамика изменения средних концентраций диоксида серы в мг/м³ (SO_2 ПДК=0,5 мг/м³) на МП «Парк Победы» за 2021 год

Средняя концентрация диоксида серы за весь период наблюдений 2021 года в атмосферном воздухе составила **0,0020** мг/м³ (**0,004** ПДК). Выше, чем в остальные месяцы, наблюдалась концентрация диоксида серы в августе.

Значения индексов загрязнения атмосферы диоксидом серы на МП «Парк Победы» представлены в Таблице 6 и на Графике 5.

Таблица 6 – Значения индексов загрязнения атмосферы диоксидом серы (ИЗА SO_2)

№ п/п	Название месяца	Значение ИЗА SO_2
1	апрель	0,003
2	май	0,003
3	июнь	0,002
4	июль	0,003
5	август	0,011
6	сентябрь	0,002

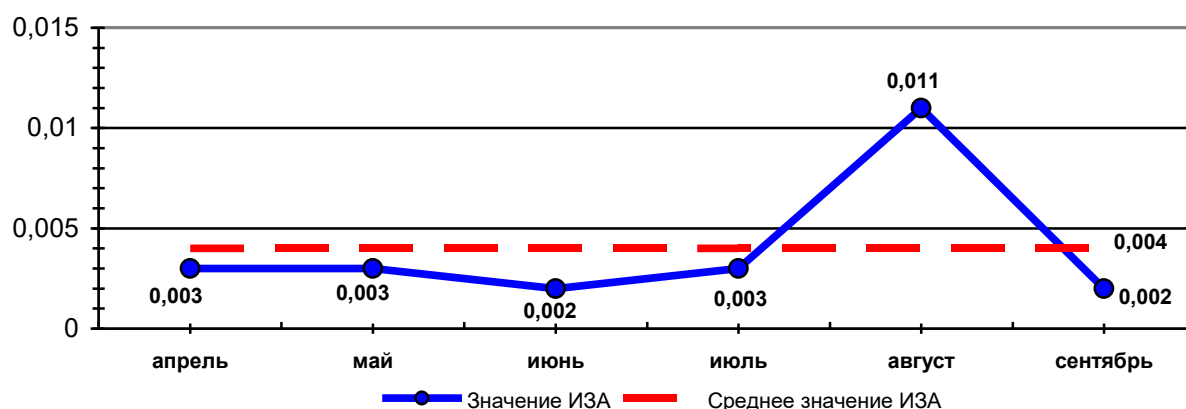


График 5 Динамика изменения ИЗА диоксидом серы по месяцам на МП «Парк Победы» за 2021 год

Средние значения ИЗА диоксидом серы на маршрутном посту города за наблюдаемый период 2021 года сохранялись на одном уровне. Максимальное значение индекса загрязнения атмосферы диоксидом серы отмечено в августе (ИЗА=0,011).

Среднее значение ИЗА диоксидом серы за период наблюдений 2021 года составило **0,004**.

ВЫВОД (диоксид серы, SO₂)

При соприкосновении с влажной поверхностью слизистых оболочек верхних дыхательных путей SO₂ образует нестабильную сернистую кислоту, окисляющуюся до серной кислоты, что и определяет первичный характер его токсического действия. Раздражающее действие сернистого ангидрида на слизистые оболочки приводит к развитию хронических ринитов, воспалениям слухового прохода и евстахиевой трубы, хроническим бронхитам, преимущественно с астматическими компонентами. При высоких концентрациях сернистый ангидрид вызывает раздражение слизистых глаз, в редких случаях даже потерю сознания. При длительном воздействии в малых концентрациях наблюдаются изменения со стороны органов пищеварения, имеют место функциональные нарушения щитовидной железы.

Допустимое содержание диоксида серы в атмосферном воздухе города:
 максимальная разовая концентрация ПДК (за 20 мин отбора) – 0,5 мг/м³;
 среднесуточная ПДК – 0,05 мг/м³;
 СИ (стандартный индекс) SO₂ = 0;
 НП (наибольшая повторяемость) = 0%;
 уровень загрязнения «низкий».

Сравнительная характеристика содержания диоксида серы на МП «Парк Победы» за 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 и 2021 годы представлена на Графике 6.

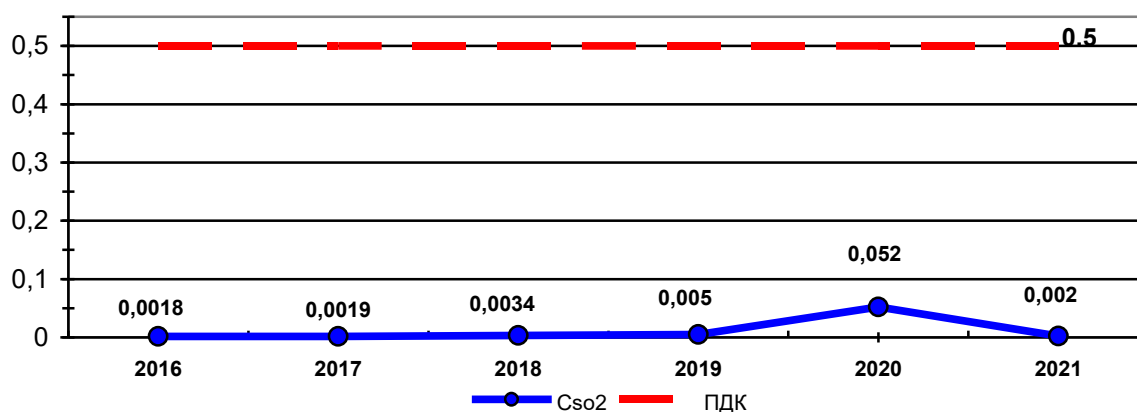


График 6 Средние концентрации диоксида серы (SO₂) (ПДК=0,5 мг/м³) на МП «Парк Победы» за 2016 - 2021 годы.

В 2021 году концентрация диоксида серы в атмосферном воздухе на данном маршрутном посту города Йошкар-Олы уменьшилась по сравнению с 2020 годом и составила 0,002 мг/м³.

Выявленные концентрации значительно ниже ПДК и соответствуют гигиеническим нормативам в атмосферном воздухе для населенных мест.

3.6.3 Оксиды азота (NO, ПДК=0,4 мг/м³; NO₂, ПДК=0,2 мг/м³)

NO_x - собирательное название оксидов азота NO и NO₂, которые образуются в химических реакциях в атмосфере и при горении. Вместе с летучими органическими веществами, приповерхностным озоном, свинцом, угарным газом, оксидами серы и пылевыми частицами входят в число вредных выбросов.

Оксид азота NO и диоксид азота NO₂ в атмосфере встречаются вместе, поэтому чаще всего оценивают их совместное воздействие на организм человека.

Только вблизи от источника выбросов отмечается высокая концентрация NO.

При сгорании топлива в автомобилях и в тепловых электростанциях примерно 90% оксидов азота образуется в форме монооксида азота. Оставшиеся 10% приходятся на диоксид азота.

Монооксид азота NO представляет собой бесцветный газ. Он не раздражает дыхательные пути, и поэтому человек может его не почувствовать. При вдыхании NO, как и CO, связывается с гемоглобином. При этом образуется нестойкое нитрозосоединение, которое быстро переходит в метагемоглобин. Концентрация метагемоглобина в крови 60 – 70% считается летальной. Но такое предельное значение может возникнуть только в закрытых помещениях, а на открытом воздухе это невозможно.

Существуют естественные источники оксидов азота — бактериальная активность в почве, грозы, извержения вулканов.

Основным антропогенным источником их являются процессы горения при температуре выше 1000°C (автотранспорт и стационарные источники).

NO_x в атмосфере образуются как вследствие естественных явлений, таких как молнии и лесные пожары, так и в результате деятельности человека. Примеси NO₂ окрашивают промышленные дымы в бурый цвет, поэтому выбросы заводов с заметным содержанием оксидов азота названы «лисыими хвостами». Выбросы

NO_x считаются одной из основных причин образования фотохимического смога. Соединяясь с парами воды в атмосфере, они образуют азотную кислоту и, вместе с оксидами серы, являются причиной образования кислотных дождей.

Повышенные концентрации NO_x оказывают вредное воздействие на здоровье человека, поэтому в разных странах приняты нормативы, ограничивающие максимально допустимые концентрации NO_x в выхлопах котлов электростанций, газотурбинных установок, автомобилей, самолётов и прочих устройств. Совершенствование технологий горения в значительной степени направлено на сокращение выбросов NO_x при одновременном повышении энергоэффективности устройств.

3.6.3.1 Диоксид азота (NO₂)

В рамках муниципального контракта в течение 2021 года на МП «Парк Победы» отобрано **36** проб на определение диоксида азота.

Средние концентрации диоксида азота в атмосферном воздухе по месяцам составили:

- C_{NO2} = 0,033 мг/м³ (апрель);
- C_{NO2} = 0,028 мг/м³ (май);
- C_{NO2} = 0,027 мг/м³ (июнь);
- C_{NO2} = 0,032 мг/м³ (июль);
- C_{NO2} = 0,033 мг/м³ (август);
- C_{NO2} = 0,023 мг/м³ (сентябрь).

Динамика изменения средних концентраций диоксида азота в мг/м³ (NO₂ ПДК=0,2 мг/м³) в г. Йошкар-Ола за 2021 год представлена на Графике 7.

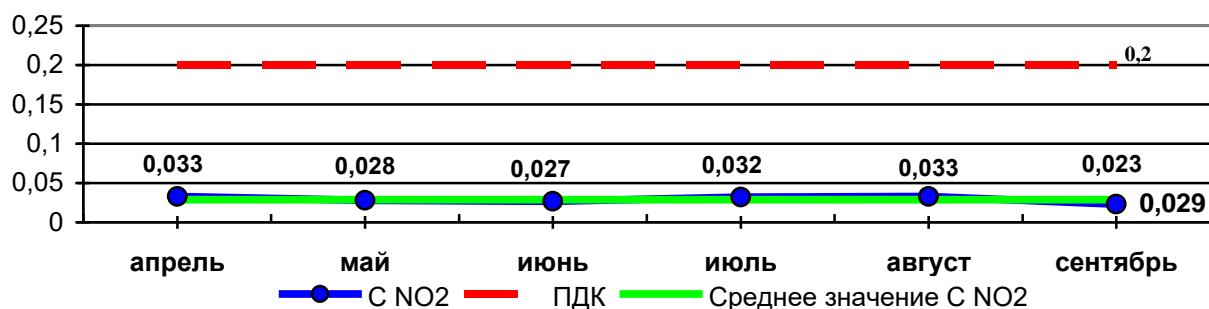


График 7 Динамика изменения средних концентраций диоксида азота в мг/м³ (ПДК_{NO2}=0,2 мг/м³) на МП «Парк Победы» в 2021 году

За наблюдаемый период 2021 года средние концентрации диоксида азота в атмосферном воздухе города находились примерно на одном уровне и соответствовали гигиеническим нормативам в атмосферном воздухе для населенных мест. Средняя концентрация диоксида азота в 2021 году составила **0,029 мг/м³** (0,15 ПДК).

Значения индексов загрязнения атмосферы диоксидом азота на МП «Парк Победы» представлены в Таблице 7 и на Графике 8.

Таблица 7 Средние значения индексов загрязнения атмосферы диоксидом азота (ИЗА NO₂)

№ п/п	Название месяца	Значение ИЗА NO ₂
-------	-----------------	------------------------------

1	апрель	0,162
2	май	0,137
3	июнь	0,134
4	июль	0,160
5	август	0,166
6	сентябрь	0,114

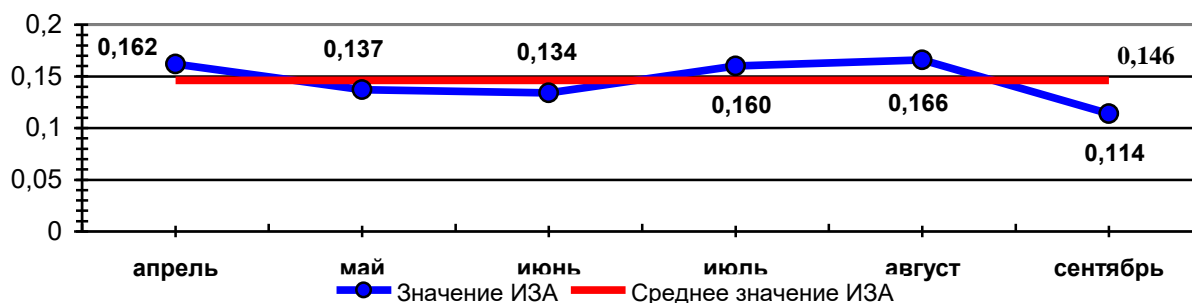


График 8 Динамика изменения ИЗА диоксидом азота по месяцам на МП «Парк Победы» за 2021 год

Наименьшее значение ИЗА диоксидом азота, как и его концентрация, выявлено в сентябре, наибольшее – в августе.

Среднее значение ИЗА диоксидом азота составило **0,146**.

ВЫВОД (диоксид азота, NO₂)

Оксиды азота, улетучивающиеся в атмосферу, представляют серьезную опасность для экологической ситуации, так как способны вызывать кислотные дожди, а также сами по себе являются токсичными веществами, вызывающими раздражение слизистых оболочек.

Двуокись азота воздействует, в основном, на дыхательные пути и легкие, а также вызывает изменения состава крови, в частности, уменьшает содержание в крови гемоглобина.

Диоксид азота обладает раздражающим действием на слизистые оболочки и органы дыхания. При очень высоких концентрациях, которые наблюдаются при авариях на промышленных предприятиях, воздействие диоксида азота может привести к незамедлительному и тяжелому поражению легких. При воздействии диоксида азота в концентрациях до 70 мкг/м³ на население, будет наблюдаться, как минимум, 20%-ое увеличение частоты заболеваний нижних дыхательных путей и 11%-ое увеличение появления симптомов со стороны верхних дыхательных путей у детей. При воздействии на население наиболее высоких уровней диоксида азота до 120 мкг/м³, аналогичные неблагоприятные эффекты могут возрасти соответственно более чем на 50% и 30%.

Допустимое содержание диоксида азота в атмосферном воздухе города:

максимальная разовая концентрация ПДК (за 20 мин.) - 0,2 мг/м³;

среднесуточная ПДК - 0,04 мг/м³;

СИ (стандартный индекс) NO₂ = 0,2;

НП (наибольшая повторяемость) = 0%;

уровень загрязнения «низкий».

Сравнительная характеристика концентраций диоксида азота на МП «Парк Победы» за 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 и 2021 годы представлена на Графике 9.

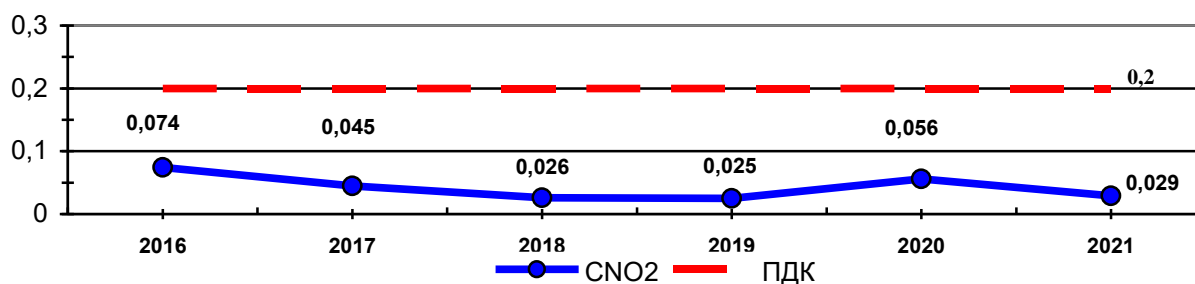


График 9 Средние концентрации диоксида азота в мг/м³ (ПДК_{NO₂}=0,2 мг/м³) на МП «Парк Победы» за 2016 – 2021 годы.

Из графика видно, что содержание диоксида азота в 2021 году несколько ниже уровня 2020 года. Превышений ПДК не наблюдалось.

3.6.3.2 Оксид азота (NO)

В рамках муниципального контракта в течение 2021 года отобрано 36 проб на маршрутном посту «Парк Победы» на определение оксида азота.

Средние концентрации оксида азота в атмосферном воздухе по месяцам составили:

- C_{NO} = 0,006 мг/м³ (апрель);
- C_{NO} = 0,005 мг/м³ (май);
- C_{NO} = 0,018 мг/м³ (июнь);
- C_{NO} = 0,178 мг/м³ (июль);
- C_{NO} = 0,028 мг/м³ (август);
- C_{NO} = 0,013 мг/м³ (сентябрь).

Динамика изменения средних концентраций оксида азота в мг/м (NO ПДК=0,4 мг/м³) в г. Йошкар-Ола за 2021 год представлена на Графике 10.

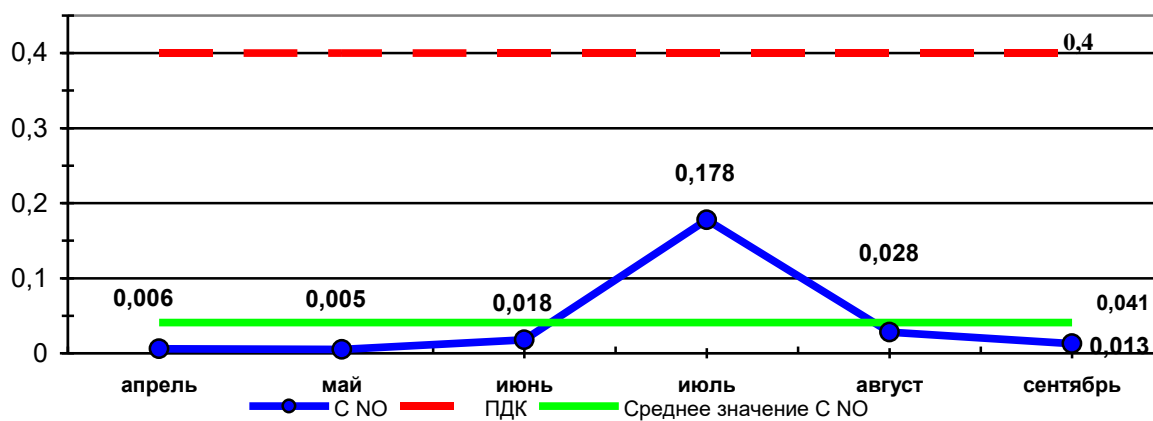


График 10 Динамика изменения средних концентраций оксида азота в мг/м³ (ПДК_{NO}=0,4 мг/м³) на МП «Парк Победы» в 2021 году

В период с апреля по сентябрь 2021 года обнаруженные концентрации оксида азота изменялись от 0,005 мг/м³ до 0,178 мг/м³, превышения ПДК не выявлено.

Средняя концентрация оксида азота за период наблюдений 2021 года в атмосферном воздухе на МП «Парк Победы» составила **0,041 мг/м³**, что соответствует гигиеническим нормативам в атмосферном воздухе для населенных мест.

Значения индексов загрязнения атмосферы оксидом азота на МП «Парк Победы» представлены в Таблице 8 и на Графике 11.

Таблица 8– Средние значения индексов загрязнения атмосферы оксидом азота (ИЗА NO)

№ п/п	Название месяца	Значение ИЗА NO
1	апрель	0,014
2	май	0,013
3	июнь	0,044
4	июль	0,446
5	август	0,070
6	сентябрь	0,031

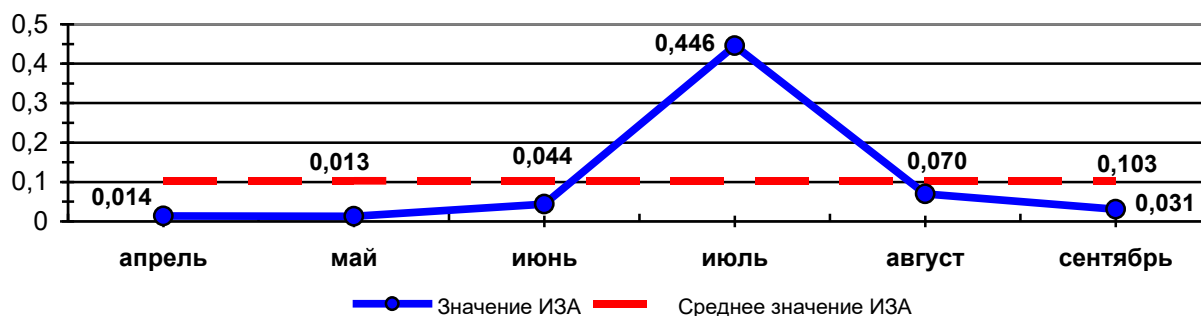


График 11 Динамика изменения ИЗА оксидом азота по месяцам на МП «Парк Победы» за 2021 год

Наибольшие значения ИЗА оксидом азота, как и наибольшие концентрации, наблюдались в июле, наименьшие – в апреле и мае.

Среднее значение ИЗА оксидом азота составило **0,103**.

ВЫВОД (оксид азота, NO)

Оксиды азота могут отрицательно влиять на здоровье сами по себе и в комбинации с другими загрязняющими веществами. Пиковые концентрации действуют сильнее, чем интегрированная доза. Кратковременное воздействие 3000-9400 мкг/м³ оксида азота вызывает изменения в легких. Помимо повышенной восприимчивости к респираторным инфекциям, воздействие диоксида азота может привести к повышенной чувствительности к бронхостенозу (сужение просвета бронхов) у чувствительных людей. Исследования показали, что для болеющих астмой и аналогичных больных повышается риск отрицательных легочных эффектов при содержании оксида азота значительно меньшем, чем тот, на который не наблюдается реакция у здоровых людей.

Допустимое содержание оксида азота в атмосферном воздухе города:

максимальная разовая концентрация ПДК (за 20 мин) – 0,4 мг/м³;

среднесуточная ПДК – 0,06 мг/м³;

СИ (стандартный индекс) NO = 0,6;

НП (наибольшая повторяемость) = 0%;

уровень загрязнения «низкий».

Сравнительная характеристика концентраций оксида азота на МП «Парк Победы» за 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 и 2021 годы представлена на Графике 12.

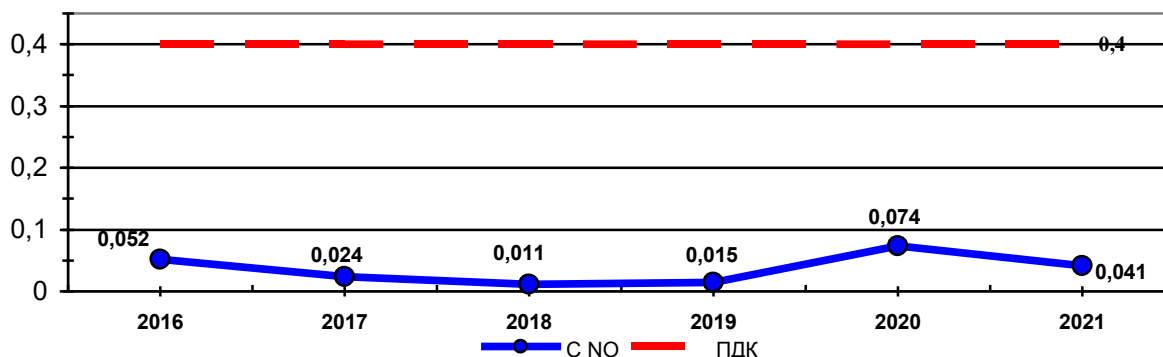


График 12 Средние концентрации оксида азота в мг/м³ (ПДК NO=0,4 мг/м³) на МП «Парк Победы» за 2016 - 2021 годы.

Из графика видно, что содержание оксида азота в 2021 году снизилось по сравнению с предыдущим годом, но соответствовала гигиеническим нормативам в атмосферном воздухе для населенных мест.

3.6.4 Пыль (взвешенные частицы), ПДК=0,5 мг/м³

Вещество, которое обычно называют «взвешенные вещества» (ВВ), включает много различных компонентов - пыль, золу, сажу, дым, сульфаты, нитраты и другие твердые вещества, которые образуются в результате сгорания всех видов топлива и при производственных процессах. Основными источниками взвешенных частиц являются промышленные трубы, транспорт и открытое сжигание топлива. Мы можем наблюдать такие взвеси в виде смога или дымки.

По дисперсности, т.е. степени измельченности различают взвешенные вещества:

- крупнодисперсные – с частицами размером более 10 мкм, оседающими в неподвижном воздухе с возрастающей быстротой;
- среднедисперсные – с частицами от 10 до 5 мкм, медленно оседающими в неподвижном воздухе;
- мелкодисперсные и дым – с частицами размером 5 мкм, быстро рассеивающимися в окружающей среде и почти не оседающими.

Взвешенные частицы, способные некоторое время находиться в воздухе во взвешенном состоянии, называются *аэрозоль*, в отличие от осевших взвешенных частиц, называемых *аэрогель*.

Мелкодисперсная пыль представляет для организма наибольшую опасность, поскольку она не задерживается в верхних дыхательных путях и может проникнуть глубоко в легкие. Кроме того, тонкая пыль может быть проводником в организм человека различных ядовитых веществ, например, тяжелых металлов, которые на пылинках могут проникать глубоко в дыхательные пути.

В рамках муниципального контракта в течение 2021 года отобрано **36** проб на маршрутном посту «Парк Победы» на определение содержания пыли (взвешенных частиц).

Средние концентрации пыли (взвешенных частиц) в атмосферном воздухе по месяцам составили:

- $C_{\text{ВВ}} = 0,057 \text{ мг/м}^3$ (апрель);
- $C_{\text{ВВ}} = 0,104 \text{ мг/м}^3$ (май);
- $C_{\text{ВВ}} = 0,106 \text{ мг/м}^3$ (июнь);
- $C_{\text{ВВ}} = 0,113 \text{ мг/м}^3$ (июль);
- $C_{\text{ВВ}} = 0,107 \text{ мг/м}^3$ (август);
- $C_{\text{ВВ}} = 0,119 \text{ мг/м}^3$ (сентябрь).

Динамика изменения средних концентраций взвешенных веществ в мг/м^3 (ВВ ПДК=0,5 мг/м^3) в г. Йошкар-Ола за 2021 год представлена на Графике 13.

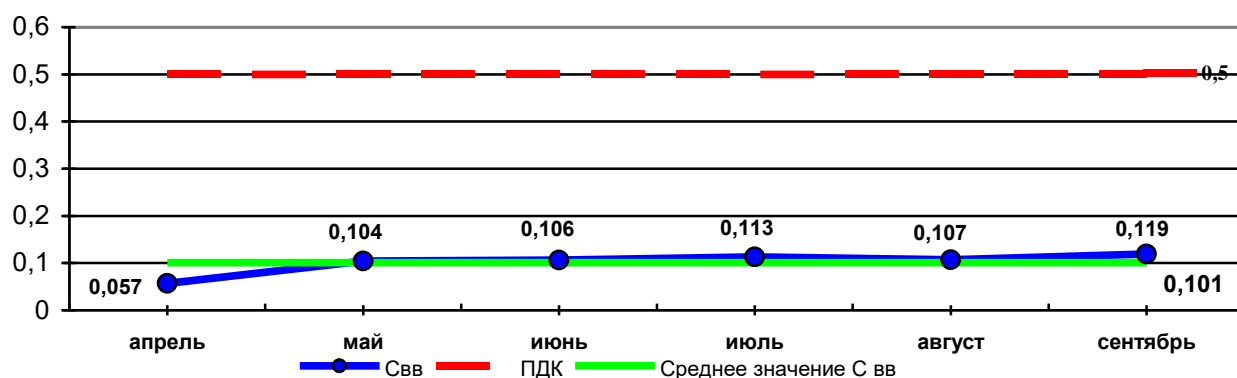


График 13 Динамика изменения средних концентраций взвешенных частиц в мг/м^3 (ПДК ВВ=0,5 мг/м^3) на МП «Парк Победы» в 2021 году

Среднее содержание взвешенных частиц в атмосферном воздухе с апреля по сентябрь составляло от 0,057 мг/м^3 (апрель) до 0,119 мг/м^3 (сентябрь). Превышений ПДК по разовым концентрациям взвешенных веществ не наблюдалось.

В 2021 году средняя концентрация пыли (взвешенных частиц) в атмосферном воздухе составила **0,101 мг/м^3** .

Значения индексов загрязнения атмосферы взвешенными веществами на маршрутном посту «Парк Победы» представлены в Таблице 9 и на Графике 14.

Таблица 9 – Средние Значения индексов загрязнения атмосферы взвешенными веществами (ИЗА ВВ)

№ п/п	Название месяца	Значение ИЗА ВВ
1	апрель	0,114
2	май	0,208
3	июнь	0,213
4	июль	0,225
5	август	0,214

6	сентябрь	0,238
---	----------	-------

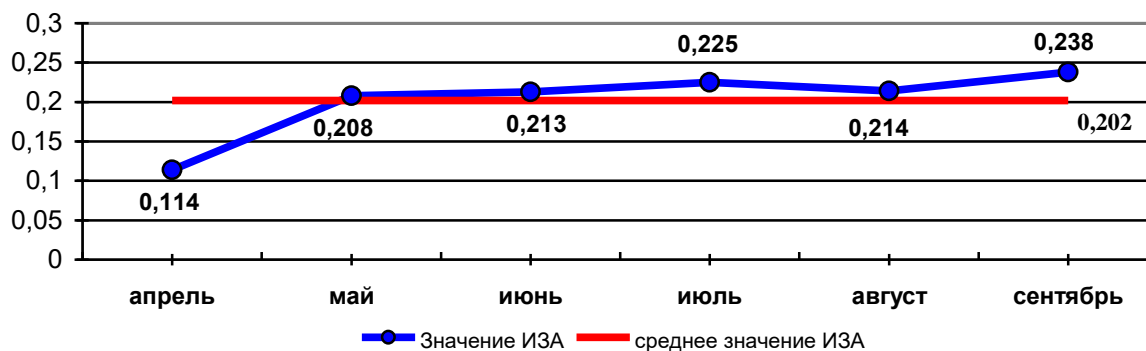


График 14 Динамика изменения ИЗА взвешенными частицами по месяцам на МП «Парк Победы» за 2021 год

Наибольшее значение ИЗА взвешенными частицами на МП «Парк Победы» наблюдалось в сентябре (0,238), наименьшее – в апреле (0,114).

Среднее значение ИЗА взвешенными веществами составило **0,202**.

ВЫВОД (взвешенные вещества, ВВ)

Взвешенные частицы включают пыль, золу, сажу, дым, сульфаты, нитраты. Средний размер частиц пыли в атмосферном воздухе – 7–8 мкм. Основная масса пыли вымывается из атмосферы осадками.

В зависимости от состава они могут быть и высокотоксичными, и почти безвредными. Взвешенные вещества образуются в результате сгорания всех видов топлива: при работе двигателей автомобилей и при производственных процессах.

При проникновении взвешенных частиц в органы дыхания происходит нарушение системы дыхания и кровообращения. Вдыхаемые частицы влияют как непосредственно на респираторный тракт, так и на другие органы за счет токсического воздействия входящих в состав частиц компонентов.

Опасно сочетание высоких концентраций взвешенных веществ и диоксида серы. Люди с хроническими нарушениями в легких, с болезнями сердечнососудистой системы, с астмой, частыми простудными заболеваниями, пожилые и дети особенно чувствительны к влиянию мелких взвешенных частиц. Пыль и аэрозоли не только затрудняют дыхание, но и приводят к климатическим изменениям, поскольку отражают солнечное излучение и затрудняют отвод тепла от Земли.

Взвешенные вещества относятся к 3 классу опасности – опасному.

Допустимое содержание взвешенных частиц в атмосферном воздухе города:

максимальная разовая концентрация ПДК (за 20 мин) - 0,5 мг/м³;

среднесуточная ПДК - 0,15 мг/м³;

СИ (стандартный индекс) ВВ = 0,4;

НП (наибольшая повторяемость) = 0%;

уровень загрязнения «низкий».

Сравнительная характеристика концентраций взвешенных частиц за 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 и 2021 годы на МП «Парк Победы» приведена на Графике 15.

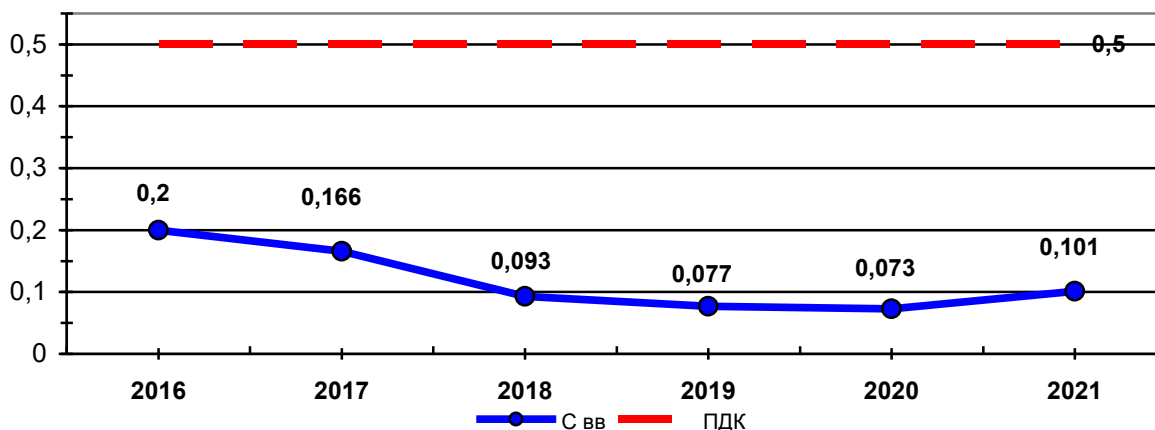


График 15 Средние концентрации взвешенных частиц в мг/м³ (ПДК_{вв}=0,5 мг/м³) на МП «Парк Победы» за 2016 - 2021 годы.

В 2021 году содержание взвешенных частиц несколько увеличилось (0,101 мг/м³) по сравнению с предыдущими 3 годами. За 6 лет наблюдений концентрация взвешенных веществ на маршрутном посту «Парк Победы» изменялась от 0,073 мг/м³ до 0,2 мг/м³, но превышений ПДК по содержанию взвешенных веществ не наблюдалось.

3.6.5 Формальдегид (НСНО, ПДК_{НСНО} =0,05 мг/м³)

Среди вредных загрязняющих веществ, содержащихся в атмосфере городов, важное место занимает формальдегид. В промышленности он образуется при неполном сгорании жидкого топлива, при изготовлении искусственных смол, пластических масс, при выделке кож и т.д.

В атмосферу формальдегид поступает также в смеси с другими углеводородами от предприятий деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной, химической и нефтехимической промышленности, цветной металлургии и др.

Формальдегид – бесцветный газ с резким раздражающим запахом. Хорошо растворяется в воде и эффективно выводится из атмосферы осадками. Средняя продолжительность жизни формальдегида в атмосфере существенно зависит от погодных условий.

Формальдегид находится во вредных выбросах тепловых электростанций и других промышленных печей. Определенное количество формальдегида образуется даже при курении сигарет. И, наконец, он встречается повсюду в природе, даже в человеческом организме. Природные концентрации никак не влияют на здоровье человека, но высокие концентрации формальдегидов искусственного происхождения для него опасны. Они вызывают головную боль, потерю внимания, резь в глазах. Повреждаются дыхательные пути и легкие, слизистые ткани желудочно-кишечного тракта.

Формальдегид, в основном, является вторичной примесью, образованной в процессе реакции углеводородов в атмосфере. В ряде случаев его образованию способствует наличие в атмосфере высоких концентраций оксида азота. Поэтому

высокие концентрации формальдегида не обязательно связаны с выбросами этого вещества, но могут создаваться в условиях солнечной радиации вследствие общего высокого загрязнения атмосферного воздуха.

В рамках муниципального контракта в течение 2021 года отобрано **36** проб на МП «Парк Победы» на определение формальдегида.

Средние концентрации формальдегида в атмосферном воздухе по месяцам составили:

- $C_{\text{НСНО}} = 0,001 \text{ мг/м}^3$ (апрель);
- $C_{\text{НСНО}} = 0,015 \text{ мг/м}^3$ (май);
- $C_{\text{НСНО}} = 0,023 \text{ мг/м}^3$ (июнь);
- $C_{\text{НСНО}} = 0,041 \text{ мг/м}^3$ (июль);
- $C_{\text{НСНО}} = 0,038 \text{ мг/м}^3$ (август);
- $C_{\text{НСНО}} = 0,022 \text{ мг/м}^3$ (сентябрь).

Динамика изменения средних концентраций формальдегида в мг/м^3 (НСНО ПДК=0,05 мг/м^3) в г. Йошкар-Ола за 2021 год представлена на Графике 16.

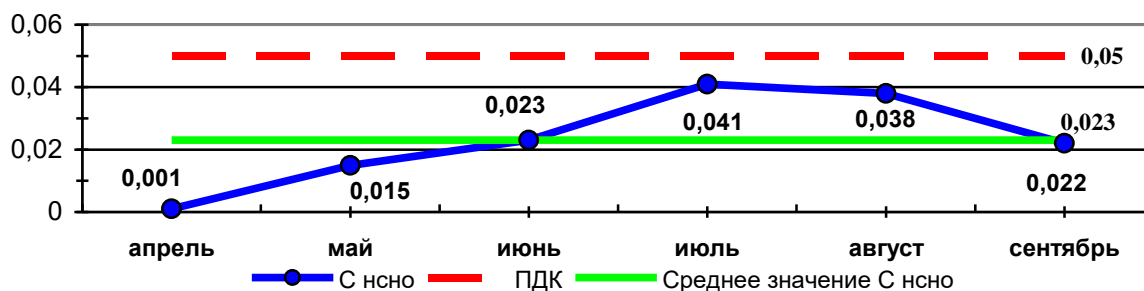


График 16 Динамика изменения средних концентраций формальдегида в мг/м^3 (ПДК НСНО =0,05 мг/м^3) на МП «Парк Победы» в 2021 году

Из 36 отобранных проб за обследуемый период превышений максимальных разовых концентраций не выявлено, минимальное содержание по формальдегиду зарегистрировано в апреле (0,001 мг/м^3), максимум значения приходится на июль – 0,041 мг/м^3 .

Средняя концентрация формальдегида в атмосферном воздухе за период наблюдений в 2021 году составила **0,023** мг/м^3 .

Значения индексов загрязнения атмосферы формальдегидом ($\text{ИЗА}_{\text{НСНО}}$) на МП «Парк Победы» представлены в Таблице 10 и на Графике 17.

Таблица 10 – Средние значения индексов загрязнения атмосферы формальдегидом ($\text{ИЗА}_{\text{НСНО}}$)

№ п/п	Название месяца	Значение $\text{ИЗА}_{\text{НСНО}}$
1	апрель	0,028
2	май	0,385
3	июнь	0,607
4	июль	1,062
5	август	0,992
6	сентябрь	0,565

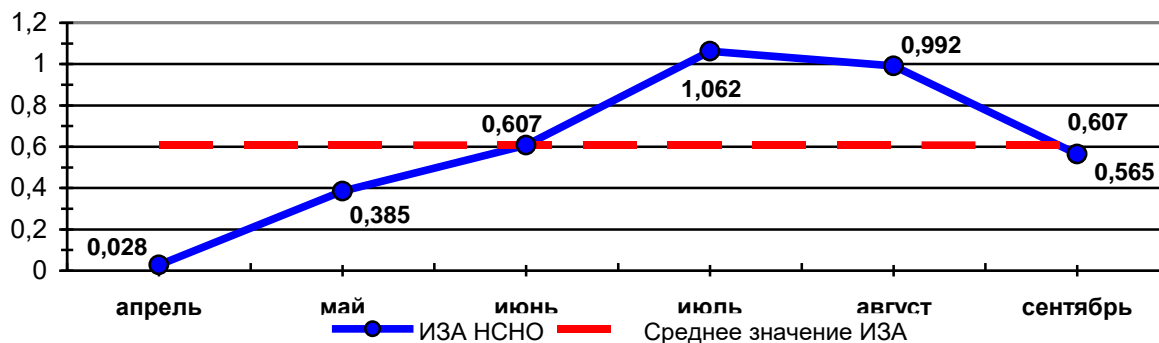


График 17 Динамика изменения ИЗА формальдегидом по месяцам на МП «Парк Победы» за 2021 год

Повышенное значение ИЗА формальдегидом зафиксировано в июле (1,062), в апреле ИЗА был относительно низким (0,028).

Среднее значение ИЗА формальдегидом составляло **0,607**.

Известно, что концентрация формальдегида возрастает при жаркой и ясной безветренной погоде, что и подтвердилось результатами исследований, так как данная погода наблюдалась в июле и августе.

ВЫВОД (формальдегид, НСНО)

Формальдегид (от лат. formica – «муравей») официально признан канцерогеном, так как доказано, что использование формальдегида связано с повышенным риском развития онкологических заболеваний.

Содержание формальдегида увеличивается летом при возрастающей солнечной радиации, особенно вблизи автомагистралей, и зимой в период активной антициклональной циркуляции, способствующей накоплению загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Допустимое содержание формальдегида в атмосферном воздухе города:
 максимальная разовая концентрация ПДК (за 20 мин) – 0,05 мг/м³;
 среднесуточная ПДК – 0,01 мг/м³;
 СИ (стандартный индекс) НСНО = 1,0;
 НП (наибольшая повторяемость) = 0%;
 уровень загрязнения «низкий».

Сравнительная характеристика концентраций формальдегида за 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 и 2021 годы на МП «Парк Победы» приведена на Графике 18.

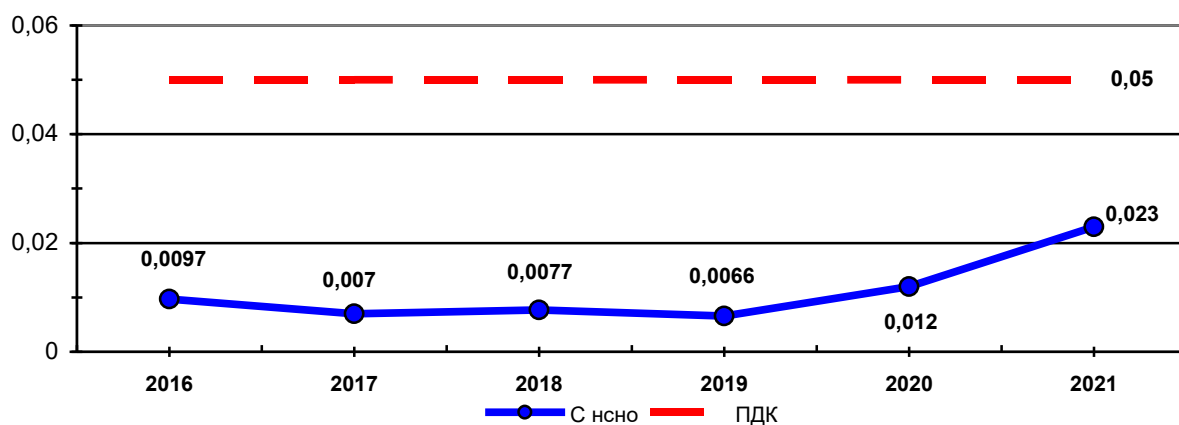


График 18 Средние концентрации формальдегида в мг/м³ (ПДК_{нсно}=0,05 мг/м³) на МП «Парк Победы» за 2016 - 2021 годы.

Средняя концентрация формальдегида в атмосферном воздухе в 2021 году повысилась по сравнению с 2020 годом и составила 0,023 мг/м³ но остается значительно ниже ПДК.

4 Выводы

В рамках выполнения муниципального контракта № 103-пр от 12.03.2021 года на оказания услуг по проведению мониторинга состояния атмосферного воздуха на территории городского округа «Город Йошкар-Ола» в период с апреля по сентябрь 2021 года проведено **6** обследований на 1 (одном) маршрутном посту «Парк Победы» по адресу: РМЭ, г. Йошкар-Ола, ул. Машиностроителей, 22-А, район ДК им. В.И. Ленина (территория, ограниченная улицами Машиностроителей, Зарубина, Анциферова, Свердлова).

Отобрано и проанализировано **216** проб атмосферного воздуха (Приложения В, Г, Д).

Выполнено 72 замера метеорологических параметров.

Результаты замеров метеорологических параметров представлены в Таблице 11.

Таблица 11 – Результаты замеров метеорологических параметров

№ п/п	Дата	Время	Определяемый параметр				
			Температура, °C	Скорость ветра, м/сек	Давление, мм рт. ст.	Влажность, %	Направление ветра
1	12.04.2021	08:30	8,5	1,5	767,5	38,0	В
2	12.04.2021	14:00	12,5	2,0	767,4	45,0	СВ
3	12.04.2021	19:00	8,3	1,8	766,7	54,5	СВ
4	06.05.2021	08:30	12,0	2,3	749,3	35,0	Ю
5	06.05.2021	14:00	21,7	4,0	748,7	36,4	ЮЗ
6	06.05.2021	19:00	16,3	3,2	747,5	41,0	Ю
7	11.06.2021	08:30	18,5	4,0	752,4	35,6	В
8	11.06.2021	14:00	23,8	3,8	752,2	32,5	В
9	11.06.2021	19:00	19,6	3,4	751,0	41,7	В
10	27.07.2021	08:30	21,2	4,0	752,2	51,7	СЗ
11	27.07.2021	14:00	24,2	2,2	752,6	32,5	СЗ
12	27.07.2021	19:00	22,6	2,8	751,5	39,0	СЗ
13	06.08.2021	08:30	21,6	1,5	753,6	47,3	СВ
14	06.08.2021	14:00	24,8	1,6	752,8	35,5	СВ
15	06.08.2021	19:00	22,6	1,0	752,2	59,0	СВ
16	01.09.2021	08:30	16,8	3,2	746,7	58,6	ЮВ
17	01.09.2021	14:00	20,4	2,4	744,5	59,5	ЮВ
18	01.09.2021	19:00	15,4	3,7	743,8	69,0	ЮВ

В атмосферном воздухе на маршрутном посту «Парк Победы» по адресу: РМЭ, г. Йошкар-Ола, ул. Машиностроителей, 22-А, район ДК им. В.И. Ленина (территория, ограниченная улицами Машиностроителей, Зарубина, Анциферова, Свердлова) выполнены измерения концентрации основных загрязняющих веществ: **диоксида азота, оксида азота, диоксида серы, оксида углерода, пыли (взвешенных веществ), формальдегида.**

Исходя из результатов наблюдений, превышений по максимальным разовым и по средним ПДК по всем определяемым примесям за наблюдаемые месяцы **не выявлено.**

По сравнению с 2020 годом, в 2021 году уменьшились средние концентрации оксида углерода с 0,52 мг/м³ до 0,18 мг/м³, диоксида серы – с 0,052 мг/м³ до 0,002 мг/м³, диоксида азота - с 0,056 мг/м³ до 0,029 мг/м³, оксида азота - с 0,074 мг/м³ до 0,041 мг/м³.

По формальдегиду и взвешенным веществам наблюдается увеличение концентрации по сравнению с прошлым годом.

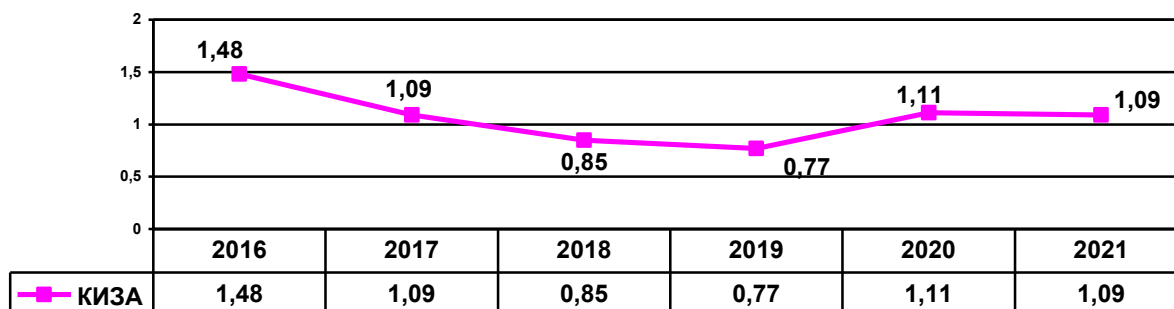
В целом среднегодовые концентрации по каждому определяемому веществу не превышали уровня ПДК и соответствовали санитарным нормам (Таблица 12).

Таблица 12 – Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ

№ п/п	Определяемый показатель	ПДК, мг/м ³	2016 г. С _{ср} , мг/м ³	2017 г. С _{ср} , мг/м ³	2018 г. С _{ср} , мг/м ³	2019 г. С _{ср} , мг/м ³	2020 г. С _{ср} , мг/м ³	2021 г. С _{ср} , мг/м ³
1	СО – углерода оксид	5,0	1,28	1,07	1,17	1,08	0,52	0,18
2	SO ₂ – серы диоксид	0,5	0,0018	0,0019	0,0034	0,0050	0,052	0,002
3	NO ₂ – азота диоксид	0,2	0,074	0,045	0,026	0,025	0,056	0,029
4	NO – азота оксид	0,4	0,052	0,024	0,011	0,015	0,074	0,041
5	Пыль (взвешенные вещества)	0,5	0,200	0,166	0,093	0,077	0,073	0,101
6	НСНО – формальдегид	0,05	0,0097	0,0070	0,0077	0,0066	0,012	0,023
	КИЗА		1,48	1,09	0,85	0,77	1,11	1,09

Примечание: **КИЗА** – комплексный индекс загрязнения атмосферы.

Сравнительная характеристика значений КИЗА на маршрутном посту «Парк Победы» за 2016 - 2021 годы представлена на Графике 19.



—■— КИЗА

График 19 Сравнительная характеристика значений КИЗА на маршрутном посту «Парк Победы» за 2016 - 2021 годы.

На маршрутном посту «Парк Победы», комплексный ИЗА, который характеризует общий уровень загрязнения и определяет вклад каждой примеси в общее загрязнение города, в 2017. 2018 и 2019 годах снижался (по сравнению

с 2016 годом). Возможно это объясняется уменьшением выбросов от предприятий, улучшением технологий очистки загрязненного воздуха, а также рассеивающей способностью атмосферы.

В 2020 году КИЗА несколько превысил уровень 2017 года.

В 2021 году значение **комплексного ИЗА** по сравнению с 2020 годом осталось примерно на прежнем уровне и составило **1,09**.

Вклад в повышение КИЗА в 2021 году внесли взвешенные вещества и формальдегид. Этому поспособствовала жаркая и безветренная погода в июле и августе.

Токсичные вещества, попадающие в атмосферу в процессе хозяйственной деятельности человека, разносятся воздушными течениями. Многие из них реагируют с другими загрязнителями, в результате чего образуются различные смеси загрязнителей. В некоторых случаях результат их воздействия на окружающую человека среду и его здоровье намного сильнее, чем действие каждого из загрязнителей в отдельности.

Республика Марий Эл относится к субъектам Российской Федерации, где не зарегистрирован уровень высокого загрязнения атмосферного воздуха. Этому способствуют рельеф местности и климатические условия республики, благоприятные для рассеивания примесей, то есть зона низкого потенциала загрязнения атмосферы (ПЗА).

Результаты исследований атмосферного воздуха, проведенные в городе Йошкар-Оле в 2021 году, показали, что максимальные разовые концентрации всех определяемых ингредиентов не превышали уровня допустимых норм и подтвердили уровень загрязнения атмосферного воздуха **«низкий»**.

Библиография

1. Информационный портал «Город Йошкар-Ола».
2. Экология города Йошкар-Олы, 2004, 2007.
3. Энциклопедия Республики Марий Эл, 2009.
4. maristat.old.gks.ru.
5. Доклад об экологической ситуации в Республике Марий Эл за 2020 год. – г. Ижевск, 2021.
6. Общая характеристика Республики Марий Эл. Официальный интернет-портал Республики Марий Эл.
7. Информационный сборник о состоянии окружающей среды в Республике Марий Эл в 2017 г. - г. Йошкар-Ола, 2017, 39 с.
8. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Марий Эл в 2016 году. - Йошкар-Ола, 2017.
9. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2020 год, р. 2 «Оценка антропогенного влияния на климатическую систему и состояние окружающей среды», 205 с.
10. Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения». РД 52.04.667-2005
11. Руководство по контролю загрязнения атмосферы с изменениями на 08.04.2021 г.)». РД 52.04.186-89. - М., 1991.
12. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха в населенных пунктах». ГОСТ 17.2.3.01-86.
13. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. СанПиН 1.2.3685-21.
14. Ю. А. Карпов и А. П. Савостин. – «Методы пробоотбора и пробоподготовки». М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014.
15. Б. Небел. «Наука об окружающей среде». – М.: Мир 2, 1993, т.1.
16. Л. В. Передельский, В. И. Коробкин, О. Е. Приходченко. Экология. - Москва, 2009.
17. Безуглая Э. Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. - Л.: Гидрометеиздат, 1986, 200 с.
18. Безуглая Э. Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов.-Л.: Гидрометеиздат, 1980, 183с.