

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

## **ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТЧЕТ**

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

**2022 год**

(муниципальный контракт № 95-пр от 04.04.2022 г.)

И.о. директора

А. М. Татарников

*г. Йошкар-Ола*

*2022 год*

**Исполнители:**

Отбор проб, химический анализ и обработку результатов произвели:

Начальник отдела МООС	_____	Лещева О. М.
Главный специалист	_____	Митрофанова С.Н.
Главный специалист	_____	Никонова С. И.
Главный специалист	_____	Соколова Л. А.
Ведущий специалист	_____	Волков А. В.

Отчет составили:

Главный специалист	_____	Никонова С. И.
Главный специалист	_____	Соколова Л. А.

## Содержание

Введение	4
1 Физико-географическая характеристика города Йошкар-Ола	7
2 Источники загрязнения атмосферного воздуха города Йошкар-Ола	7
3 Наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы города	10
3.1 Характеристика сети наблюдения	11
3.2 Маршрутный пост наблюдения	11
3.3 Перечень загрязняющих веществ, подлежащих контролю в атмосферном воздухе	11
3.4 Отбор проб	14
3.5 Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха	16
3.6 Характеристика загрязнения атмосферного воздуха по результатам проведенных исследований	18
3.6.1 Оксид углерода	20
3.6.2 Диоксид серы	23
3.6.3 Оксиды азота	26
3.6.4 Пыль (взвешенные частицы)	33
3.6.5 Формальдегид	38
4. Выводы	42
Список источников и литературы	45
Приложение А. Карта-схема размещения поста наблюдения	47
Приложение Б. Схема размещения поста наблюдения	48
Приложение В. Акты отбора проб атмосферного воздуха	49
Приложение Г. Протоколы КХА атмосферного воздуха	57
Приложение Д. Сводные таблицы результатов анализов	69
Приложение Е. Метеорологические параметры города Йошкар-Олы	75
Приложение Ж. Список предприятий, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду	81

## Введение

Атмосферный воздух – жизненно важная среда, оказывающая постоянное и непрерывное действие на организм. Это воздействие может быть прямым и косвенным. Оно связано со специфическими физическими и химическими свойствами атмосферного воздуха.

Атмосфера регулирует климат Земли, в атмосфере происходят многие явления. Атмосфера пропускает тепловое излучение, сохраняет тепло, является источником влаги, средой распространения звука, источником кислородного дыхания. Воздушная среда воспринимает газообразные продукты обмена веществ, оказывает влияние на процессы теплообмена и терморегуляции. Дыхание – основа существования всего живого на земле. Резкое изменение качества атмосферного воздуха отрицательно сказывается на здоровье населения, заболеваемости, рождаемости, физическом развитии, показателях работоспособности.

Ежегодно в приземный слой атмосферы выбрасывается 70—80 млн т загрязняющих веществ. Согласно официальной статистике, ежегодная масса выбросов в атмосферу составляет около 50 млн т., из них около 28 млн т приходится на долю стационарных источников загрязнения и 22 млн т — на долю автомобильного транспорта.

По данным Всемирной организации здравоохранения 9 из 10 человек сегодня живёт в регионах, где простое дыхание способно стать причиной проблем со здоровьем из-за высокой концентрации загрязнителей в атмосфере.

Уровень загрязнения атмосферного воздуха от стационарных источников сохраняется высоким на Европейской территории России (около 65% промышленных выбросов) вокруг больших городов, где расположены предприятия черной и цветной металлургии, химической, медицинской и микробиологической промышленности, нефтедобывающего и нефтеперерабатывающего комплексов

Превышение максимальных и среднесуточных ПДК отмечается в 337 городах России, в том числе в 171 городе наблюдается значительное превышение ПДК загрязняющих веществ. В 55 городах были зарегистрированы максимальные концентрации одного или нескольких загрязняющих веществ, превышающие ПДК в 5 раз, в 83 городах — в 10 раз и в 9 городах — в 50 раз.

Способность атмосферы к самоочищению высока. Воздушные потоки рассеивают примеси, а дождевые капли захватывают частицы пыли и осаждают их на землю. Часть газов растворяется во влаге облаков. Но масштабы загрязнения атмосферы человеком огромны, природа просто не справляется с возросшими объемами вредных выбросов.

Вдыхать многие вещества крайне опасно для здоровья. Не дышать вообще – невозможно. Это означает только одно: человечеству нужно чётко определить источники, провоцирующие загрязнение среды, и продолжать борьбу за её чистоту.

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.

В настоящее время правительства многих стран разрабатывают программы и экологические инициативы, направленные на снижение уровня выбросов вредных веществ в атмосферу..

Правительством РФ совместно с органами государственной власти субъектов РФ в 2018 году был разработан национальный проект «Экология», включающий в себя 12 федеральных проектов, один из которых – «Чистый воздух». Его реализация должна к 2024 г. обеспечить кардинальное снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах, в том числе уменьшение не менее чем на 20 % совокупного объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в 12 промышленных центрах.

В рамках реализации проекта большое внимание уделяется не только мероприятиям, направленным на снижение выбросов вредных веществ в атмосферу, но и на совершенствование существующей системы мониторинга, так как именно от эффективности её деятельности зависит достоверность полученных в ходе реализации федерального проекта «Чистый воздух» результатов.

Мониторинг в России и в Республике Марий Эл в частности 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.

На основе полученной информации формируется прогноз состояния окружающей среды, который даёт государственным органам необходимую информацию для выработки инженерных методов защиты природы.

Основанием для проведения работ по ведению мониторинга атмосферного воздуха на территории города Йошкар-Олы на 2022 год является техническое задание, выданное администрацией городского округа «Город Йошкар-Ола» от имени муниципального образования «Город Йошкар-Ола» в лице первого заместителя мэра города Йошкар-Олы Трудинова Антона Аркадьевича.

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 № 95-пр от 04.04.2022 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 км<sup>2</sup>, население на 01.01.2022 года (по данным Маристата) – 671,455 тыс. 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-Ола окружена протяженными лесными массивами. В столице Марий Эл разбиты парки, скверы, действуют фонтаны. 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 – современный административный, промышленный и культурный центр. В городе действуют 959 промышленных организации.

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 от 16.05.2022).

### **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 твёрдых 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 <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub>	0,2	рефл.-рез.	3
2	Азота (II) оксид	мг/м <sup>3</sup>	NO	0,4	рефл.	3
3	Углерода оксид	мг/м <sup>3</sup>	CO	5,0	рез.	4
4	Серы диоксид	мг/м <sup>3</sup>	SO <sub>2</sub>	0,5	рефл.-рез.	3
5	Пыль (взвешенные вещества)	мг/м <sup>3</sup>	-	0,5	рез.	3
6	Формальдегид	мг/м <sup>3</sup>	CH <sub>2</sub> 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/м<sup>3</sup>);
- вещества высокоопасные (ПДК 0,1–1 мг/м<sup>3</sup>);
- вещества умеренно опасные (ПДК 1,1–10 мг/м<sup>3</sup>);
- вещества малоопасные (ПДК более 10 мг/м<sup>3</sup>).

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 изменениями от 16.05.2022)
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 2005 г.)
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 2008 г.)
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 $\alpha$ -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 $\alpha$ -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 РД 52.04.824-2015 (взамен РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы», ч.1, п. 5.3.3.6)	Массовая концентрация формальдегида в пробах 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/ИЕС 17025-2019 «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.

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц № РОСС RU.0001.512629. Дата внесения сведений в реестр аккредитованных лиц 13.07.2015

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 осуществлялся путем аспирации определенного объема атмосферного воздуха через поглотительный прибор, заполненный жидким сорбентом для улавливания вещества (аспиратор 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);
- **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<sub>м.р.</sub>)**. 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<sub>с.с.</sub>)**. 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 &gt;10,</i>	<i>НП &gt;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 &lt; 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 &gt;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 (КИЗА<sub>5</sub>). КИЗА<sub>5</sub> 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:

- взвешенные вещества, они могут переносить другие загрязнители, растворенные в них или адсорбированные на поверхности частиц;
- углеводороды и другие летучие органические соединения;
- угарный газ (СО);
- оксиды азота (N<sub>x</sub>O<sub>y</sub>);
- оксиды серы, в основном диоксид (SO<sub>2</sub>);
- свинец и другие тяжелые металлы;
- озон и другие фотохимические окислители;
- кислоты, в основном серная и азотная.

### **3.6 Характеристика загрязнения атмосферного воздуха по результатам проведенных исследований**

В рамках муниципального контракта в течение 2022 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: 06 апреля;
- 2 обследование: 05 мая;
- 3 обследование: 10 июня;
- 4 обследование: 01 июля;
- 5 обследование: 09 августа;
- 6 обследование: 06 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 2022 года представлены в Приложении Е. Информация о погодных условиях в контрольный период взята на сайте Gismeteo.

Преобладающие направления ветров за исследуемый период представлены в Таблице 4. Информация о розе ветров в контрольный период взята с электронного ресурса WeatherArchive.ru

Таблица 4 – Распределение направления ветров за исследуемый период 2022 года

<i>Наименование месяца</i>	<i>Направление ветра</i>	<i>Преобладающее направление ветров в месяц, %</i>
апрель	северо-восточное	25,4
	южное	16,3
	юго-восточное	15,4
май	юго-западное	26,4
	западное	26,0
	северо-западное	16,7
июнь	северо-западное	27,6
	западное	22,2
	северное	22,2
июль	северо-восточное	22,3
	юго-восточное	19,3
	юго-западное	11,2
август	восточное	23,2
	северо-восточное	20,8
	северо-западное	13,0
сентябрь	западное	18,8
	юго-западное	17,9
	юго-восточное	13,8

### 3.6.1 Оксид углерода (СО, ПДК=5,0 мг/м<sup>3</sup>)

Оксид углерода (угарный газ) – бесцветный токсичный газ без цвета, запаха и вкуса. Угарный газ образуется практически во всех видах горения - при сжигании топлива на электростанциях и теплостанциях, при горении костра и газовой плиты, в выхлопе автомобиля, при курении. Источниками СО являются металлургия, химическая промышленность.

Количество природного угарного газа, образовавшегося при лесных и степных пожарах или в результате вулканической деятельности составляет примерно 3%. Остальная часть всей загрязняющей массы оксида углерода в атмосфере имеет антропогенное происхождение. СО образуется на промышленных предприятиях и относится к продуктам незавершенного горения топлива при недостатке окислителя (кислорода), неудовлетворительном смешении топлива с воздухом, несовершенстве конструкции горелочных устройств.

Основными антропогенными источниками загрязнения атмосферного воздуха СО являются:

- трубчатые печи технологических установок, выбросы которых составляют 50% от объема общих выбросов;
- реакторы установок каталитического крекинга;
- выхлопы газовых компрессоров;
- битумные установки и факелы.

В городах СО образуется главным образом за счет выхлопных газов автотранспорта (75-97% от всех выбросов оксида углерода в городе).

Бесцветный и лишенный запаха угарный газ очень опасен, потому что не фиксируется органами чувств человека. Оксид углерода соединяется с гемоглобином крови, в результате чего образуется карбоксигемоглобин, препятствующий переносу кислорода. Повышение уровня карбоксигемоглобина в крови вызывает нарушение функций центральной нервной системы: ослабевают зрение, реакция, ориентация во времени и пространстве. Возрастание доли карбоксигемоглобина в крови человека до 60-70% приводит к смерти.

В журнале The Lancet Planetary Health (Нидерланды) в апреле 2021 года было опубликовано исследование, показавшее, что даже кратковременное воздействие окиси углерода (СО) на человека опасно, а именно увеличение концентрации СО на 1 мг/м<sup>3</sup> за предыдущий день связано с увеличением общей ежедневной смертности на 0,91%.

Поэтому необходим жесткий контроль транспортных и других выбросов в атмосферу, чтобы максимально снизить концентрацию антропогенного оксида углерода в атмосферном воздухе среды обитания.

В рамках муниципального контракта в течение 2022 года отобрано **36** проб атмосферного воздуха на МП «Парк Победы».

Средние концентрации оксида углерода в атмосферном воздухе по месяцам составили:

$C_{CO} = 0,04 \text{ мг/м}^3$  (апрель);

$C_{CO} = 0,00 \text{ мг/м}^3$  (май);

$C_{CO} = 0,09 \text{ мг/м}^3$  (июнь);

$C_{CO} = 0,01 \text{ мг/м}^3$  (июль);

$C_{CO} = 0,01 \text{ мг/м}^3$  (август);

$C_{CO} = 0,26 \text{ мг/м}^3$  (сентябрь).

Динамика изменения средних концентраций оксида углерода ( $\text{мг/м}^3$ ) на МП «Парк Победы» за 2022 год представлена на Графике 1.

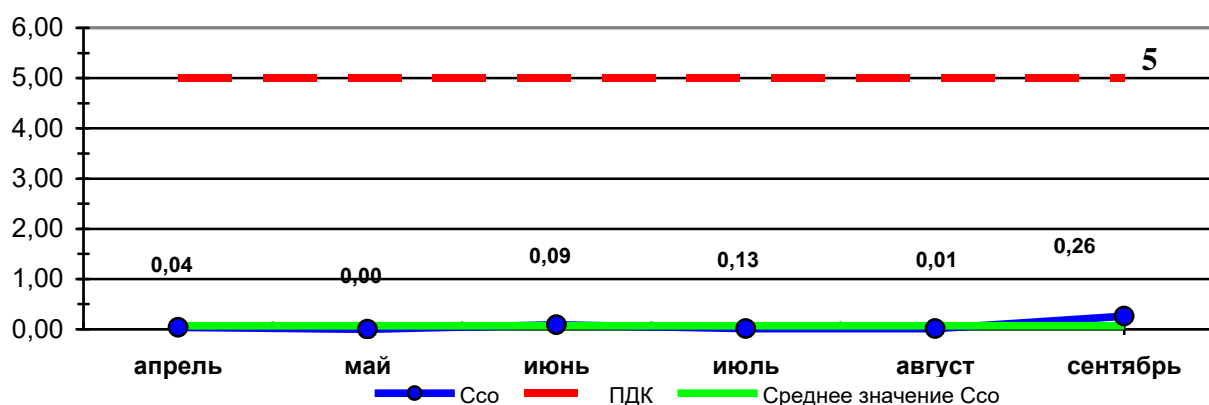


График 1 Динамика изменения средних концентраций оксида углерода в г. Йошкар-Оле за 2022 год

Результаты анализов показали, что максимальный уровень оксида углерода в атмосферном воздухе наблюдался в сентябре. В контрольном периоде содержание оксида углерода в среднем изменялось от 0,01 до 0,26  $\text{мг/м}^3$  при ПДК = 5,0  $\text{мг/м}^3$ .

Средняя концентрация оксида углерода за наблюдаемый период на данном посту составила **0,068  $\text{мг/м}^3$** .

**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	0,007
2	май	0,0004
3	июнь	0,014
4	июль	0,002
5	август	0,002
6	сентябрь	0,044

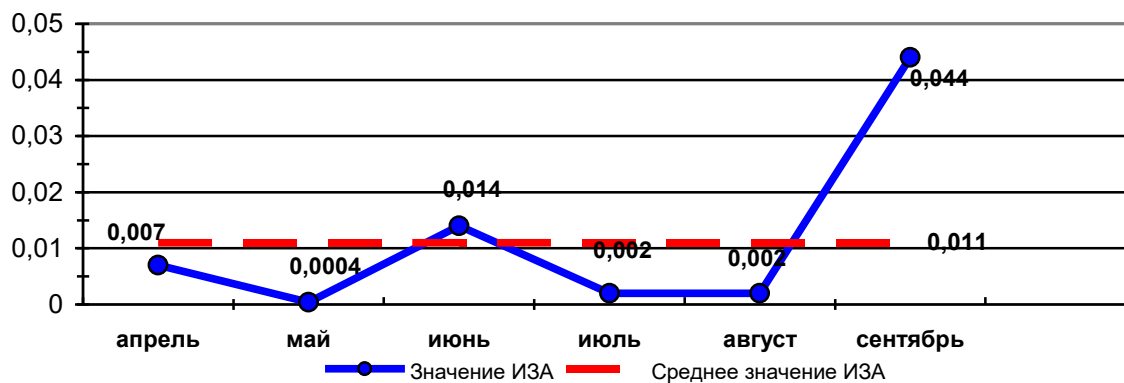


График 2 Динамика изменения ИЗА оксидом углерода по месяцам на МП «Парк Победы» за 2022 год

Величина индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) находится в прямой зависимости от концентрации определяемого вещества (СО). Наибольшее значение ИЗА оксидом углерода (0,044), как и повышенная концентрация оксида углерода ( $C_{CO} = 0,26 \text{ мг/м}^3$ ), наблюдалось в сентябре.

Среднее значение ИЗА за определяемый период составило **0,011**.

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, но органы чувств человека не способны уловить присутствие токсичного газа в окружающей среде. Угарный газ негативно воздействует на людей, особенно на больных сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Самый крупный источник оксида углерода в городах – автотранспорт.

Допустимое содержание оксида углерода в атмосферном воздухе города:

максимальная разовая концентрация ПДК (за 20 минут) –  $5 \text{ мг/м}^3$ ;

среднесуточная ПДК –  $3 \text{ мг/м}^3$ ;

уровень загрязнения «низкий».

Сравнительная характеристика содержания оксида углерода на МП «Парк Победы» за 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 и 2022 годы представлена на Графике 3.

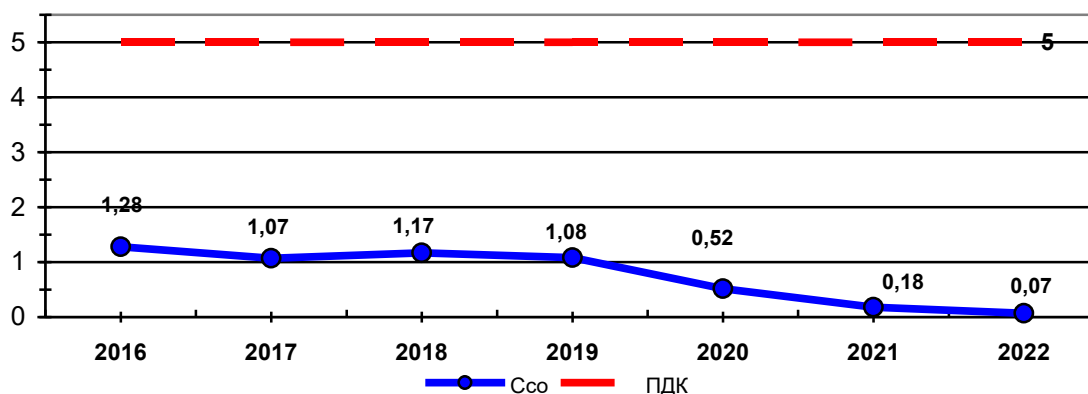


График 3 Средние концентрации оксида углерода в мг/м<sup>3</sup> (ПДК<sub>со</sub>=5 мг/м<sup>3</sup>) на МП «Парк Победы» за 2016 - 2022 годы.

По сравнению с 2021 годом, концентрация оксида углерода в атмосферном воздухе в 2022 году несколько снизилась и составляет **0,07 мг/м<sup>3</sup>**. С 2016 года это самое низкое содержание оксида углерода на контролируемом маршрутном посту.

В течение семи лет содержание оксида углерода в г. Йошкар-Оле наблюдалось на уровне 0,014-0,26 ПДК. Предельно допустимая концентрация оксида углерода в атмосферном воздухе для населенных мест составляет 5 мг/м<sup>3</sup>

### 3.6.2 Диоксид серы (SO<sub>2</sub>, ПДК=0,5 мг/м<sup>3</sup>)

Диоксид серы — бесцветный газ с характерным запахом загорающейся спички. Вступает в каталитические или фотохимические реакции с другими загрязняющими веществами с образованием SO<sub>3</sub>, серной кислоты и сульфатов.

В природе диоксид серы попадает в атмосферный воздух в результате деятельности:

- вулканов;
- анаэробных микроорганизмов, разрушающих органическое вещество с выделением сернистых газообразных соединений.

Крупнейшим антропогенным поставщиком SO<sub>2</sub> в атмосферу выступает промышленность, а именно сжигание ископаемого топлива на электростанциях и других производственных объектах.

К основным источникам выбросов диоксида серы относятся:

- дымовые трубы печей (56,9%);
- факельные стояки (19,9%);
- регенераторы установок каталитического крекинга (18,2%).

К более мелким источникам выбросов SO<sub>2</sub> относятся:

- промышленное извлечение металла из руды;
- локомотивы, корабли и другие транспортные средства и тяжелое оборудование, которые сжигают топливо с высоким содержанием серы.

Диоксид серы и другие оксиды серы могут вызывать кислотные дожди. Кислые осадки загрязняют водные пути, озера даже грунтовые воды, обжигают листья растений.

Оксид серы способен вступать в реакцию с другими соединениями в атмосфере с образованием мелких частиц, которые снижают видимость. Оседающие частицы окрашивают и повреждают камень, разрушая объекты культурного значения (статуи и памятники).

Диоксид серы оказывает влияние на слизистую оболочку верхних дыхательных путей. Остатки газа способны проникнуть дальше внутрь легких. Значительное и хроническое загрязнение сернистым ангидридом может вызвать бронхиальную закупорку, повысить сопротивление потоку воздуха в дыхательных путях, нарушить функцию ресничного эпителия и увеличить секрецию слизи.

В рамках муниципального контракта в течение 2022 года отобрано 36 проб на МП «Парк Победы» на определение диоксида серы.

Средние концентрации диоксида серы в атмосферном воздухе по месяцам составили:

$C_{SO_2} = 0,0058 \text{ мг/м}^3$  (апрель);

$C_{SO_2} = 0,0014 \text{ мг/м}^3$  (май);

$C_{SO_2} = 0,0273 \text{ мг/м}^3$  (июнь);

$C_{SO_2} = 0,0435 \text{ мг/м}^3$  (июль);

$C_{SO_2} = 0,0405 \text{ мг/м}^3$  (август);

$C_{SO_2} = 0,0052 \text{ мг/м}^3$  (сентябрь).

Динамика изменения средних концентраций диоксида серы в  $\text{мг/м}^3$  ( $SO_2$  ПДК=0,5  $\text{мг/м}^3$ ) в г. Йошкар-Ола за 2022 год представлена на Графике 4.

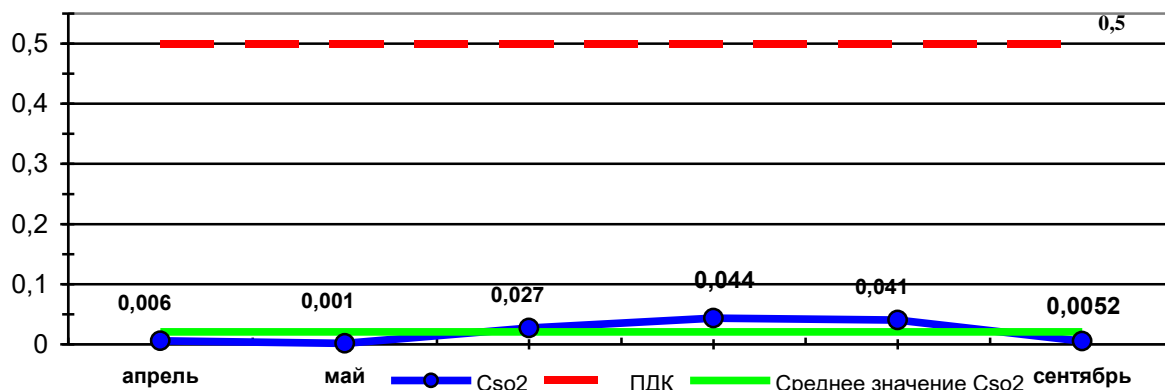


График 4 Динамика изменения средних концентраций диоксида серы в  $\text{мг/м}^3$  ( $SO_2$  ПДК=0,5  $\text{мг/м}^3$ ) на МП «Парк Победы» за 2022 год

Средняя концентрация диоксида серы за весь период наблюдений 2022 года в атмосферном воздухе составила **0,0206  $\text{мг/м}^3$  (0,04 ПДК)**.

Заметно повышение концентрации диоксида серы в атмосферном воздухе с началом лета. Если в мае на маршрутном посту концентрация  $SO_2$  составляла **0,0014  $\text{мг/м}^3$** , то в июне значение диоксида серы выросло в 1,5 раза (до **0,0273  $\text{мг/м}^3$** ), а в июле концентрация  $SO_2$  достигла максимального значения за весь контролируемый период - **0,0435  $\text{мг/м}^3$** .

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<sub>2</sub>)

№ п/п	Название месяца	Значение ИЗА SO <sub>2</sub>
1	апрель	0,012
2	май	0,003
3	июнь	0,055
4	июль	0,087
5	август	0,081
6	сентябрь	0,0103

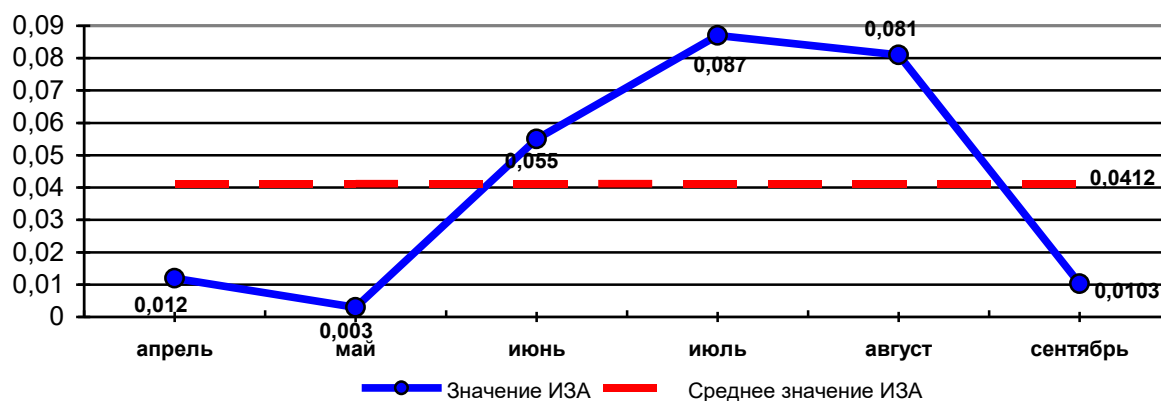


График 5 Динамика изменения ИЗА диоксидом серы по месяцам на МП «Парк Победы» за 2022 год

С наступлением лета средние значения ИЗА диоксидом серы возросли по сравнению с результатами весенних обследований на контролируемом маршрутном посту. Максимальное значение индекса загрязнения атмосферы диоксидом серы отмечено в июле (ИЗА=0,087). В сентябре ИЗА диоксидом серы снизился до значений, полученных в апреле, и составил 0,0103.

Среднее значение ИЗА диоксидом серы за период наблюдений 2022 года составило **0,0412**.

### **ВЫВОД (диоксид серы, SO<sub>2</sub>)**

Диоксид серы при контакте с влажными слизистыми оболочками верхних дыхательных путей 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/м<sup>3</sup>;  
среднесуточная ПДК – 0,05 мг/м<sup>3</sup>;  
СИ (стандартный индекс) SO<sub>2</sub> = 0;  
НП (наибольшая повторяемость) = 0%;  
уровень загрязнения «низкий».

Сравнительная характеристика содержания диоксида серы на МП «Парк Победы» за 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 и 2022 годы представлена на Графике 6.

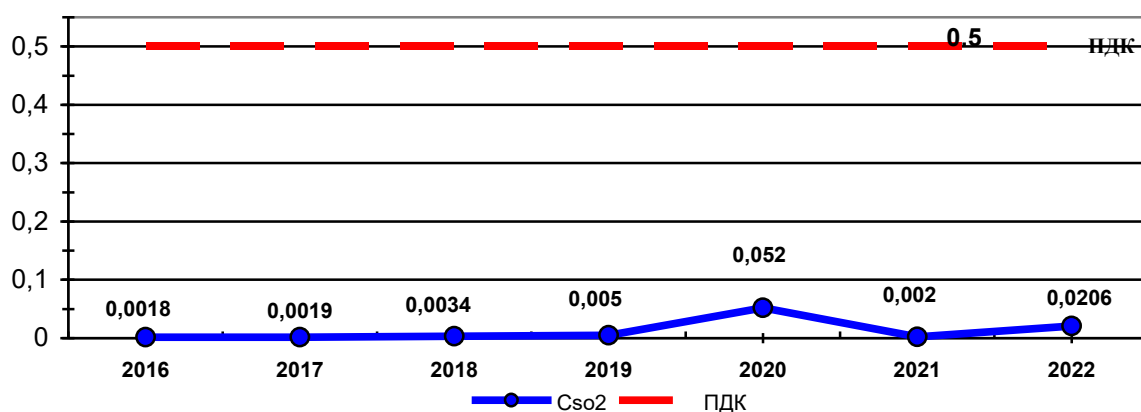


График 6 Средние концентрации диоксида серы (SO<sub>2</sub>) (ПДК=0,5 мг/м<sup>3</sup>) на МП «Парк Победы» за 2016-2022 годы.

В 2022 году концентрация диоксида серы в атмосферном воздухе на данном маршрутном посту города Йошкар-Олы увеличилась по сравнению с 2021 годом и составила 0,0206 мг/м<sup>3</sup>.

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/м<sup>3</sup>; NO<sub>2</sub>, ПДК=0,2 мг/м<sup>3</sup>)

Сжигание большого количества органического топлива приводит к загрязнению атмосферы оксидами азота NO<sub>x</sub> (NO + NO<sub>2</sub>).

Непосредственно под источником выброса, к примеру, вблизи ТЭС, высока концентрация монооксида азота NO - бесцветного газа. Монооксид азота не раздражает дыхательные пути, и поэтому человек может его не почувствовать. При вдыхании NO, как и CO, связывается с гемоглобином. В крови образуется нестойкое нитрозосоединение, которое быстро переходит в метгемоглобин, препятствующий процессу переноса кислорода в крови. Концентрация метгемоглобина в крови 60–70 % считается летальной.

По мере удаления от источника выброса все большее количество NO превращается в NO<sub>2</sub> — бурый, обладающий характерным неприятным запахом газ. Диоксид азота сильно раздражает слизистые оболочки дыхательных путей. Вдыхание ядовитых паров диоксида азота может привести к серьезному отравлению. Диоксид азота вызывает сенсорные, функциональные и патологические эффекты.

Источниками оксидов азота являются азот воздуха и азотсодержащие компоненты органической массы топлива.

Из азота воздуха образуются:

- **термические** NO<sub>x</sub> (механизм Зельдовича);
- **быстрые** NO<sub>x</sub> (механизм Фенимора).

Из связанного с органической массой азота топлива (угля, мазута) образуются **топливные** NO<sub>x</sub>.

Доля топливных NO<sub>x</sub> велика при сжигании мазута и особенно всех видов твердого топлива (торфа, сланцев, бурых и каменных углей). При сжигании природного газа топливные NO<sub>x</sub> не образуются, так как природный газ, за редким исключением, не содержит связанного азота).

Доказано, что повышенные концентрации оксидов азота в приземном слое воздуха оказывают вредное воздействие на здоровье человека, на растительный и животный мир.

Вред для человека	Вред для растительного мира
<ul style="list-style-type: none"> <li>• образование внутри человека (на слизистых) азотной и азотистой кислот, разъедающих альвеолы легких;</li> <li>• провоцирует отёк легких;</li> <li>• вызывает осложнения у больных эмфиземой, астмой, сердечно-сосудистыми заболеваниями);</li> <li>• вызывает сенсорные эффекты (притупляет обоняние, снижает ночное зрение);</li> <li>• функциональные (увеличивает усилия человека, затрачиваемые на дыхание);</li> <li>• патологический эффекты (повышает восприимчивость к патогенам, вызывающим болезни верхних дыхательных путей; способствует бронхитам, катару, пневмонии).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• от прямого воздействия кислотных дождей происходит разрушение клеточных мембран, некроз тканей, разрушение хлорофилла;</li> <li>• растворение оксидов азота в межклеточной и внутриклеточной жидкости приводит к обесцвечиванию листьев, увяданию цветков, прекращению плодоношения и роста.</li> </ul>

Опасность повреждения растительности диоксидом азота существует только в больших городах и промышленных районах, где средняя концентрация NO<sub>2</sub> составляет 0,2–0,3 мг/м<sup>3</sup>. Растения более устойчивы (по сравнению с человеком) к воздействию чистого диоксида азота: NO<sub>2</sub> восстанавливается в хлоропластах и в качестве NH<sub>2</sub>- группы входит в аминокислоты.

Разрушительное действие NO<sub>2</sub> на живые организмы усиливается в присутствии диоксида серы. Эти газы обладают синергизмом, и в атмосфере зачастую присутствуют вместе.

На тепловых электростанциях России работают в основном котельные установки, проектирование и сооружение которых происходило десятилетия назад. В то время основной задачей создателей и эксплуатационного персонала считалось обеспечение эффективного сжигания топлива: высокий КПД, низкие потери, долгосрочная безаварийная работа.

Для снижения выбросов NOx необходимо совершенствовать технологии сжигания органического топлива за счет специальной организации топочного процесса, где основные требования затрагивают основной элемент тепловой электростанции — котельную установку. Также необходимо недопускать увеличение в энергетике доли «грязного» топлива – угля, шире используя нефть и газ в качестве относительно чистых видов топлива – нефти и газа.

### 3.6.3.1 Диоксид азота (NO<sub>2</sub>)

В рамках муниципального контракта в течение 2022 года на МП «Парк Победы» отобрано **36** проб на определение диоксида азота.

Средние концентрации диоксида азота в атмосферном воздухе по месяцам составили:

- $C_{NO_2} = 0,008$  мг/м<sup>3</sup> (апрель);
- $C_{NO_2} = 0,096$  мг/м<sup>3</sup> (май);
- $C_{NO_2} = 0,027$  мг/м<sup>3</sup> (июнь);
- $C_{NO_2} = 0,021$  мг/м<sup>3</sup> (июль);
- $C_{NO_2} = 0,023$  мг/м<sup>3</sup> (август);
- $C_{NO_2} = 0,027$  мг/м<sup>3</sup> (сентябрь).

Динамика изменения средних концентраций диоксида азота в мг/м<sup>3</sup> (NO<sub>2</sub> ПДК=0,2 мг/м<sup>3</sup>) в г. Йошкар-Ола за 2022 год представлена на Графике 7.

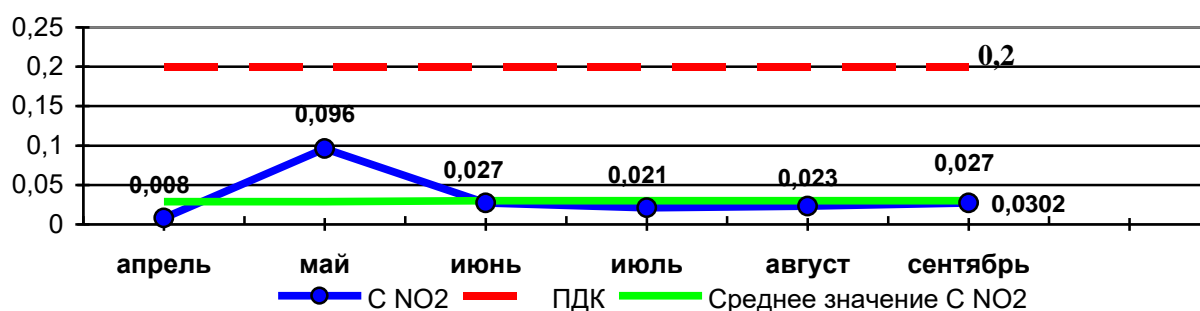


График 7 Динамика изменения средних концентраций диоксида азота в мг/м<sup>3</sup> (ПДК<sub>NO<sub>2</sub></sub>=0,2 мг/м<sup>3</sup>) на МП «Парк Победы» в 2022 году

С июня по сентябрь 2022 года средние концентрации диоксида азота в атмосферном воздухе города находились примерно на одном уровне и соответствовали гигиеническим нормативам в атмосферном воздухе для населенных мест. В мае 2022 года на маршрутном посту зафиксировано резкое увеличение содержания диоксида азота до 0,096 мг/м<sup>3</sup> по сравнению с другими месяцами в контролируемый период, но даже в этом случае зафиксированная концентрация NO<sub>2</sub> была меньше ПДК.

Средняя концентрация диоксида азота в 2022 году составила **0,0302 мг/м<sup>3</sup>** (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 NO<sub>2</sub>)

№ п/п	Название месяца	Значение ИЗА NO <sub>2</sub>
1	апрель	0,042
2	май	0,481
3	июнь	0,135
4	июль	0,106
5	август	0,114
6	сентябрь	0,027

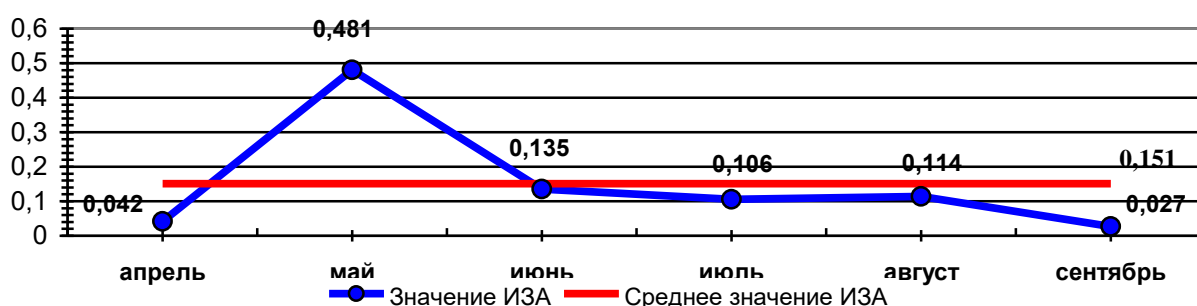


График 8 Динамика изменения ИЗА диоксидом азота по месяцам на МП «Парк Победы» за 2022 год

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

Среднее значение ИЗА диоксидом азота составило **0,151**.

### **ВЫВОД (диоксид азота, NO<sub>2</sub>)**

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/м<sup>3</sup> 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/м<sup>3</sup>, 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/м<sup>3</sup>;  
среднесуточная ПДК - 0,04 мг/м<sup>3</sup>;  
уровень загрязнения «низкий».

Сравнительная характеристика концентраций диоксида азота на МП «Парк Победы» за 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 и 2022 годы представлена на Графике 9.

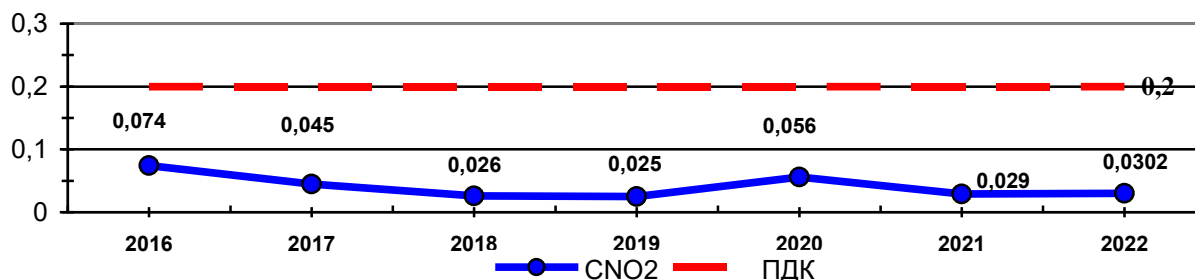


График 9 Средние концентрации диоксида азота в мг/м<sup>3</sup> (ПДК NO<sub>2</sub>=0,2 мг/м<sup>3</sup>) на МП «Парк Победы» за 2016 – 2022 годы.

Из графика видно, что содержание диоксида азота в 2022 году осталось на уровне 2021 года. Превышений ПДК не наблюдалось.

### 3.6.3.2 Оксид азота (NO)

В рамках муниципального контракта в течение 2022 года отобрано 36 проб на маршрутном посту «Парк Победы» на определение оксида азота.

Средние концентрации оксида азота в атмосферном воздухе по месяцам составили:

- C<sub>NO</sub> = 0,0039 мг/м<sup>3</sup> (апрель);
- C<sub>NO</sub> = 0,0039 мг/м<sup>3</sup> (май);
- C<sub>NO</sub> = 0,0077 мг/м<sup>3</sup> (июнь);
- C<sub>NO</sub> = 0,0042 мг/м<sup>3</sup> (июль);
- C<sub>NO</sub> = 0,0045 мг/м<sup>3</sup> (август);
- C<sub>NO</sub> = 0,0538 мг/м<sup>3</sup> (сентябрь).

Динамика изменения средних концентраций оксида азота в мг/м (NO ПДК=0,4 мг/м<sup>3</sup>) в г. Йошкар-Ола за 2022 год представлена на Графике 10.

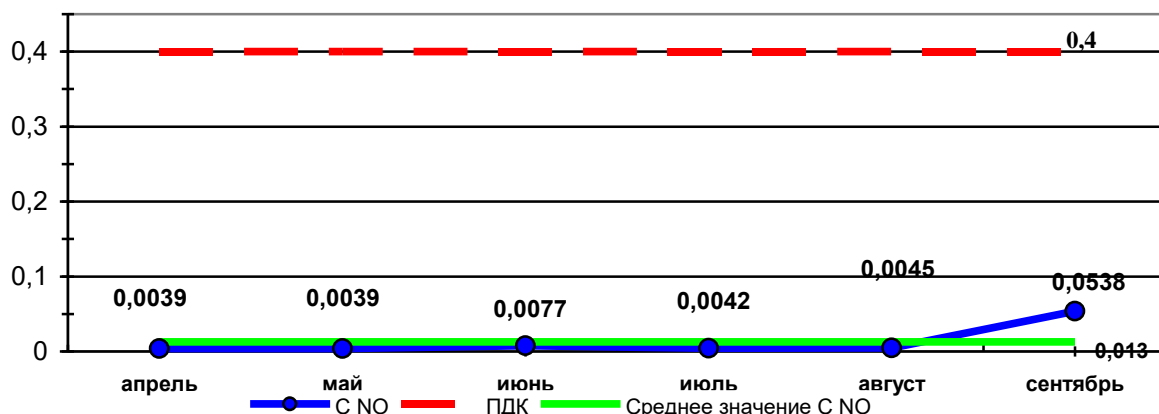


График 10 Динамика изменения средних концентраций оксида азота в мг/м<sup>3</sup> (ПДК NO=0,4 мг/м<sup>3</sup>) на МП «Парк Победы» в 2022 году

В период с апреля по сентябрь 2022 года обнаруженные концентрации оксида азота изменялись от 0,0039 мг/м<sup>3</sup> до 0,0538 мг/м<sup>3</sup>, превышения ПДК не выявлено.

Средняя концентрация оксида азота за период наблюдений 2022 года в атмосферном воздухе на МП «Парк Победы» составила **0,0130 мг/м<sup>3</sup>**, 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	0,010
2	май	0,0098
3	июнь	0,019
4	июль	0,011
5	август	0,011
6	сентябрь	0,135

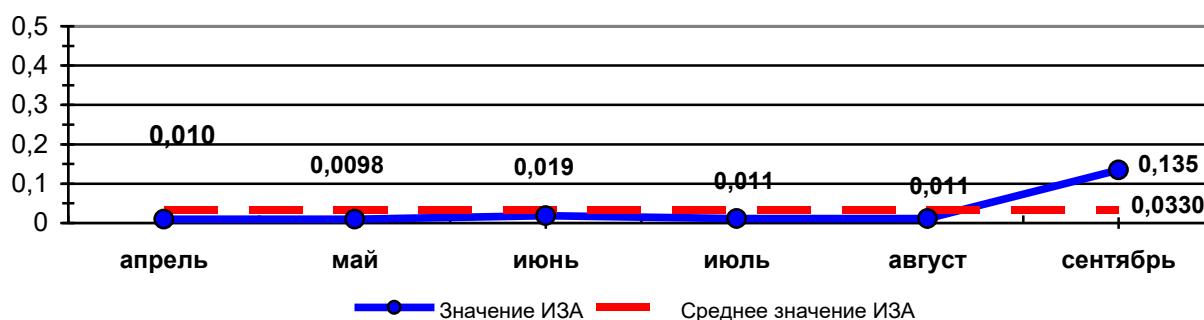


График 11 Динамика изменения ИЗА оксидом азота по месяцам на МП «Парк Победы» за 2022 год

Наибольшие значения ИЗА оксидом азота, как и наибольшие концентрации, наблюдались в сентябре (0,135 мг/м<sup>3</sup>). В остальные месяцы значения ИЗА оксидом азота держались на одном уровне, колеблясь от 0,0098 мг/м<sup>3</sup> до 0,019 мг/м<sup>3</sup>.

Среднее значение ИЗА оксидом азота составило **0,033**.

### ВЫВОД (оксид азота, NO)

Влияние оксидов азота на организм человека разрушительно. Прямое воздействие газов приводит к раздражению верхних дыхательных путей, к затруднённости процесса дыхания, к притуплению обоняния, снижению остроты ночного зрения. Люди с хроническими заболеваниями сердца и органов дыхания находятся в группе риска, так как воздействие оксидов азота проявляется со временем в виде приступов астмы, разрушения сосудов, отёка легких, эмфиземы, онкологических заболеваний. Оксиды азота могут отрицательно влиять на здоровье сами по себе и в комбинации с другими загрязняющими веществами. Воздействие диоксида азота повышает восприимчивость населения к патогенам, вызывающим заболевания верхних дыхательных путей, ведет к частым респираторным заболеваниям, к к бронхостенозу (сужение просвета бронхов) у чувствительных людей.

Допустимое содержание оксида азота в атмосферном воздухе города:  
максимальная разовая концентрация ПДК (за 20 мин) – 0,4 мг/м<sup>3</sup>;  
среднесуточная ПДК – 0,06 мг/м<sup>3</sup>;  
уровень загрязнения «низкий».

Сравнительная характеристика концентраций оксида азота на МП «Парк Победы» за 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 и 2022 годы представлена на Графике 12.

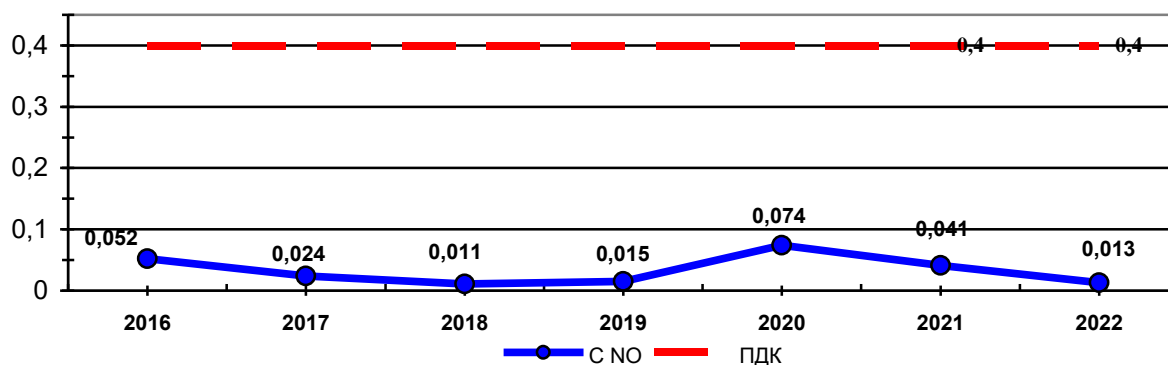


График 12 Средние концентрации оксида азота в мг/м<sup>3</sup> (ПДК NO=0,4 мг/м<sup>3</sup>) на МП «Парк Победы» за 2016 - 2022 годы.

Из графика видно, что содержание оксида азота в 2022 году снизилось по сравнению с предыдущим годом, и соответствовала гигиеническим нормативам в атмосферном воздухе для населенных мест.

### 3.6.4 Пыль (взвешенные частицы), ПДК=0,5 мг/м<sup>3</sup>

Взвешенные частицы (пыль) представляют собой широко распространенный загрязнитель атмосферного воздуха, включающий смесь твердых и жидких частиц, находящихся в воздухе во взвешенном состоянии.

Для обозначения взвешенных частиц в сокращенном виде используются две аббревиатуры ВЧ или РМ – производное отанглийского словосочетания «Particulate Matter».

Основные источники ВЧ антропогенного характера - это промышленность, автотранспорт и открытое сжигание топлива. Видимая дымка или смог, окутывающие города, это и есть загрязнение атмосферы взвешенными частицами.

К антропогенным источникам образования пыли в атмосфере относятся:

- двигатели внутреннего сгорания (как дизельные, так и бензиновые);
- твердые виды топлива (уголь, бурый уголь, тяжелая нефть и биомасса), сжигаемые для выработки энергии в бытовом секторе и промышленности;
- строительство;
- добыча полезных ископаемых;
- производство цемента, керамики и кирпича;
- плавильное производство;
- эрозия дорожного покрытия вследствие движения автотранспорта и истирания тормозных колодок и шин;
- основным источником аммиака является сельское хозяйство.

Происхождение взвешенных частиц в атмосфере	
<b>Первичные частицы</b> - непосредственно выбрасываются в атмосферный воздух	<b>Вторичные частицы</b> - образуются в атмосфере из таких газообразных прекурсоров, как двуокись серы, окислы азота, аммиак и неметановые летучие органические соединения.

Частицы могут либо непосредственно выбрасываться в атмосферный воздух (**первичные частицы**) либо образовываться в атмосфере из таких газообразных прекурсоров, как двуокись серы, окислы азота, аммиак и неметановые летучие органические соединения (**вторичные частицы**).

Вторичные частицы образуются в воздухе в результате химических реакций газообразных загрязняющих веществ. Они являются продуктом происходящей в атмосфере трансформации окислов азота, которые выбрасываются главным образом автомобильным транспортом и при некоторых промышленных процессах, и двуокиси серы, образующейся в результате сжигания содержащего серу топлива. Вторичные частицы в основном содержатся в мелкодисперсной пыли.

Еще одним источником образования РМ является ресуспендирование почвы и пыли, особенно в засушливых районах или во время эпизодов переноса пыли на большие расстояния, например, из Сахары в Южную Европу.

К наиболее распространенным химическим компонентам пыли относятся:

- сульфаты, нитраты, аммиак;
- неорганические ионы ( ионы натрия, калия, кальция, магния и хлорид-ионы);
- органический и элементарный углерод;
- минералы земной коры;
- связанная частицами вода;
- металлы (в том числе ванадий, кадмий, медь, никель и цинк);
- полициклические ароматические углеводороды (ПАУ);
- биологические компоненты (аллергены и микроорганизмы).

На здоровье человека влияние оказывают частицы с массовой концентрацией частиц диаметром:

- менее 10 мкм (PM10);
- менее 2.5 мкм (PM2.5).

Частицы PM 10 более крупные и тяжелые. Примером оседания частиц PM 10 зимой является загрязненный снег, обрамляющий автомагистрали с плотным движением. Защитные волоски на органах дыхания задерживают частицы PM 10.

Частицы PM2.5 - это мелкодисперсные взвешенные частицы, в данную категорию также входят ультра-мелкодисперсные частицы диаметром менее 0.1 мкм. На большинстве территории Европы PM2,5 составляют 50–70% PM10. Более мелкие и легкие частицы PM 2.5 длительное время находятся во взвешенном состоянии и практически не оседают, и вследствие этого частицы переносятся по воздуху на большие расстояния. Именно они представляют наибольший риск для здоровья человека, так как проникают в легкие и оказывают негативное воздействие на жизненно важные внутренние органы человека.

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

Мелкодисперсная пыль наиболее опасна для человека, поскольку она не задерживается в верхних дыхательных путях и способна проникнуть глубоко в легкие. В настоящее время считается, что негативное воздействие на здоровье человека объясняется действием многих компонентов пыли, связанных с черным углеродом, например, органических веществ, таких как полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), которые известны своими канцерогенными и прямыми токсическими эффектами на клетки, а также действием металлов и неорганических солей.

Химически черный углерод является компонентом мелкодисперсных твердых частиц. Чёрный углерод состоит из чистого углерода в нескольких связанных формах. Он образуется в результате неполного сгорания ископаемого топлива, биотоплива и биомассы и является одним из основных типов частиц как в антропогенной, так и в природной саже. Чёрный углерод вызывает человеческую заболеваемость и преждевременную смертность

Недавно Международное агентство по изучению рака классифицировало выхлопные газы дизельных двигателей (состоящие главным образом из твердых частиц) как канцерогенные для человека. В этот же список входят некоторые

ПАУ и родственные им вещества, а также продукты сгорания твердых видов топлива в бытовом секторе.

Согласно имеющимся оценкам, в глобальном масштабе на счет воздействия РМ относят приблизительно 3% случаев смерти от кардиопульмонарной патологии и 5% случаев смерти от рака легкого.

Поскольку негативное воздействие загрязнения воздуха на здоровье велико даже при относительно малых концентрациях, для сведения рисков для здоровья к нулю необходимо создать эффективно действующую систему обеспечения качества воздуха, включающую, в том числе, и мониторинг атмосферного воздуха.

В рамках муниципального контракта в течение 2022 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:

- $C_{ВВ} = 0,103$  мг/м<sup>3</sup> (апрель);
- $C_{ВВ} = 0,104$  мг/м<sup>3</sup> (май);
- $C_{ВВ} = 0,159$  мг/м<sup>3</sup> (июнь);
- $C_{ВВ} = 0,112$  мг/м<sup>3</sup> (июль);
- $C_{ВВ} = 0,122$  мг/м<sup>3</sup> (август);
- $C_{ВВ} = 0,203$  мг/м<sup>3</sup> (сентябрь).

Динамика изменения средних концентраций взвешенных веществ в мг/м<sup>3</sup> (ВВ ПДК=0,5 мг/м<sup>3</sup>) в г. Йошкар-Ола за 2022 год представлена на Графике 13.

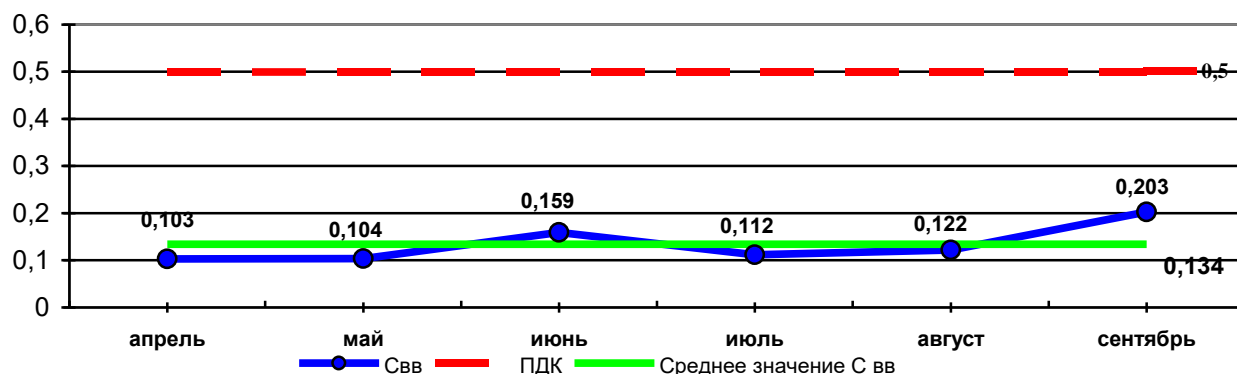


График 13 Динамика изменения средних концентраций взвешенных частиц в мг/м<sup>3</sup> (ПДК ВВ=0,5 мг/м<sup>3</sup>) на МП «Парк Победы» в 2022 году

Среднее содержание взвешенных частиц в атмосферном воздухе в контролируемый период колебалось от 0,103 мг/м<sup>3</sup> (апрель) до 0,243 мг/м<sup>3</sup> (август). Превышений ПДК по разовым концентрациям взвешенных веществ не наблюдалось.

В 2022 году средняя концентрация пыли (взвешенных частиц) в атмосферном воздухе составила **0,134** мг/м<sup>3</sup>.

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	0,205
2	май	0,208
3	июнь	0,317
4	июль	0,224
5	август	0,243
6	сентябрь	0,406

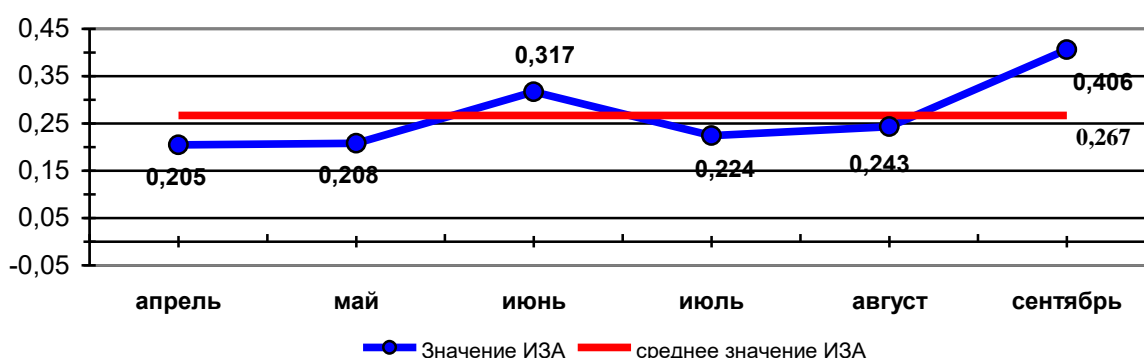


График 14 Динамика изменения ИЗА взвешенными частицами по месяцам на МП «Парк Победы» за 2022 год

Наибольшее значение ИЗА взвешенными частицами на МП «Парк Победы» наблюдалось в сентябре (0,406), наименьшее – в апреле (0,205).

Среднее значение ИЗА взвешенными веществами составило **0,267**

### **ВЫВОД (взвешенные вещества, ВВ)**

Мелкодисперсные и ультрадисперсные частицы пыли настолько малы, что способны проникать в торакальный отдел дыхательной системы. Влияние респираторных частиц (частиц с аэродинамическим диаметром 0,5-5 мкм, способных проникнуть в средние и нижние дыхательные пути) на здоровье имеет полное документальное подтверждение. Воздействие пыли может быть как кратковременным (в течение часов или дней), так и долговременным (в течение месяцев или лет) экспозицией и включать:

- респираторную и сердечно-сосудистую заболеваемость, например, обострение астмы и респираторных симптомов и рост числа случаев госпитализации;
- смертность от сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний и от рака легкого.

Особенно уязвимы чувствительные группы людей, страдающих заболеваниями легких или сердца, а также люди пожилого возраста и дети.

Подверженность воздействию взвешенных частиц отрицательно влияет на развитие легких у детей, приводя, в частности, к обратимым нарушениям

легочной функции, а также хроническому замедлению темпов роста легких и долговременной недостаточности легочной функции.

Нет никаких данных, которые бы подтверждали наличие какого-либо безопасного уровня экспозиции или порога, ниже которого не наступает никаких негативных последствий для здоровья. Экспозиции можно подвергнуться везде, и она не зависит от желания или нежелания людей.

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/м<sup>3</sup>;

среднесуточная ПДК - 0,15 мг/м<sup>3</sup>;

уровень загрязнения «низкий».

Сравнительная характеристика концентраций взвешенных частиц за 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 и 2022 годы на МП «Парк Победы» приведена на Графике 15.

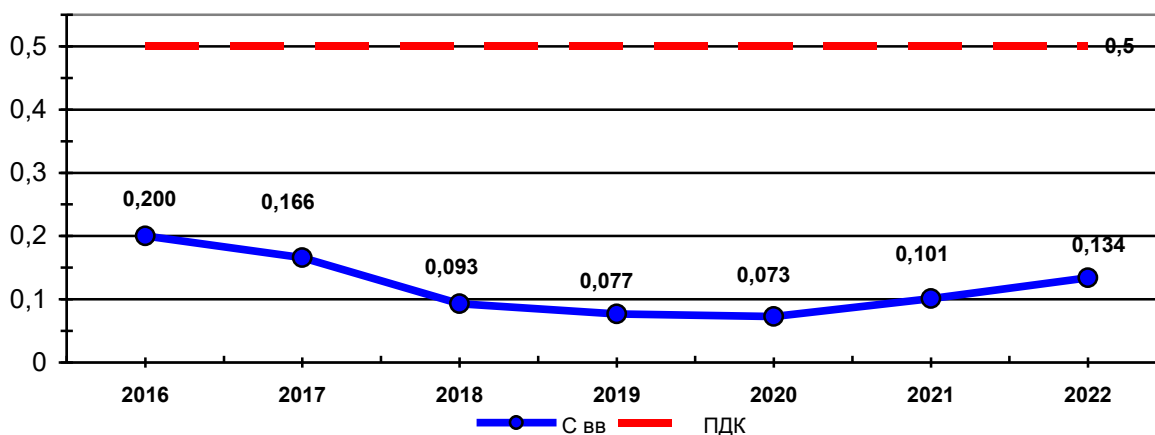


График 15 Средние концентрации взвешенных частиц в мг/м<sup>3</sup> (ПДК вв=0,5 мг/м<sup>3</sup>) на МП «Парк Победы» за 2016 - 2022 годы.

В 2022 году содержание взвешенных частиц несколько увеличилось (0,134 мг/м<sup>3</sup>) по сравнению с предыдущими 3 годами. За 7 лет наблюдений концентрация взвешенных веществ на маршрутном посту «Парк Победы» изменялась от 0,073 мг/м<sup>3</sup> до 0,200 мг/м<sup>3</sup>, но превышений ПДК по содержанию взвешенных веществ не наблюдалось.

### 3.6.5 Формальдегид (НСНО, ПДК<sub>НСНО</sub> = 0,05 мг/м<sup>3</sup>)

Формальдегид (метаналь, муравьиный альдегид) – едкий бесцветный газ с резким запахом. Небольшие концентрации (до 0,1-0,3 мг/м<sup>3</sup>) вещества в воздухе не улавливаются органами обоняния, но после превышения этого порога появляется выраженный, сильный запах. Формальдегид - высокоопасное соединение, обладающее канцерогенным эффектом. Токсичный газ отрицательно влияет на органы дыхания, зрения, нервную систему, кожу и на генетический аппарат всех живых организмов.

Формальдегид является промежуточным продуктом при окислении (или сгорании) метана, а также других соединений углерода, например, при лесных пожарах, автомобильных выхлопах и табачном дыме.

Источниками формальдегида в атмосфере являются:

- фотохимические реакции превращения метана (и, возможно, других углеводородов) в атмосферных слоях;
- лесные, торфяные и городские пожары;
- свалки бытовых и промышленных отходов;
- выбросы автотранспорта и топочные газы энергетических установок;
- выбросы промышленных предприятий, использующих формальдегид в своей деятельности;
- выбросы мусоросжигателей;
- выделение формальдегида из содержащих его материалов (древесные плиты, фенопластики).

Основным техногенным **первичным источником** поступления формальдегида в воздушную среду, особенно в городских районах, является автомобильный транспорт. Наиболее высокие концентрации вещества наблюдаются в городских застройках в часы пик или в условиях фотохимического смога. На улицах с интенсивным движением можно обнаружить формальдегид с концентрацией до нескольких мг/м<sup>3</sup>.

Количество формальдегида, выделяемого с выхлопными газами, зависит от типа двигателя автомобиля, его технического состояния, режима работы, состава топлива. Имеет значение присутствие системы нейтрализации отработанных газов, условия движения. Дизельные двигатели выделяют формальдегида больше, чем бензиновые.

В качестве альтернативы обычному топливу в целях снижения выбросов загрязняющих веществ получило распространение использование кислородсодержащих топлив включая метанол, этанол, а также топлив, включающих метан или природный газ. Такие виды топлива существенно увеличивают выброс формальдегида в атмосферу, несмотря на снижение оксида углерода и бутадиена. Можно предположить увеличение содержания первичного формальдегида в атмосферном воздухе городов, если возрастет доля автотранспорта, работающего на альтернативных видах топлива.

Высокие концентрации формальдегида не обязательно связаны с выбросами этого вещества. Формальдегид способен образовываться в процессе фотохимического окисления многих классов органических соединений (**вторичный источник**):

- алканов (метана, этана, пропана, бутана и изобутана, метилбутана, изопентана);
- алкенов (этена, пропена, бутена и изобутена, метилбутенов; 1,3-бутадиена, пентена, гексена, изопрена, терпенов);
- альдегидов (ацетальдегида, акролеина);
- спиртов (метанола, этанола);
- ароматических соединений (толуола, ксилола, стирола);
- диметилсульфида.

Поэтому содержание формальдегида зависит от количества и разнообразия летучих органических соединений. В ночное время формальдегид образуется в процессе реакции алкенов с  $O_3$  и  $NO_3$ .

В рамках муниципального контракта в течение 2022 года отобрано **36** проб на МП «Парк Победы» на определение формальдегида.

Средние концентрации формальдегида в атмосферном воздухе по месяцам составили:

- $C_{HCHO} = 0,0345$  мг/м<sup>3</sup> (апрель);
- $C_{HCHO} = 0,0013$  мг/м<sup>3</sup> (май);
- $C_{HCHO} = 0,0468$  мг/м<sup>3</sup> (июнь);
- $C_{HCHO} = 0,0242$  мг/м<sup>3</sup> (июль);
- $C_{HCHO} = 0,0323$  мг/м<sup>3</sup> (август);
- $C_{HCHO} = 0,0580$  мг/м<sup>3</sup> (сентябрь).

Динамика изменения средних концентраций формальдегида в мг/м<sup>3</sup> ( $HCHO$  ПДК=0,05 мг/м<sup>3</sup>) в г. Йошкар-Ола за 2022 год представлена на Графике 16.

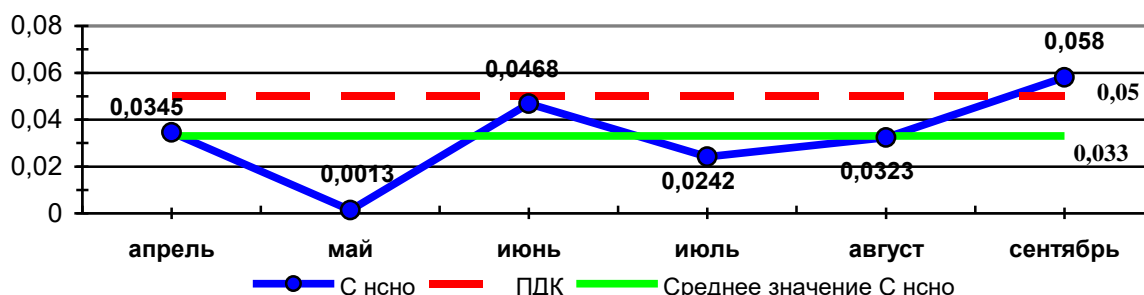


График 16 Динамика изменения средних концентраций формальдегида в мг/м<sup>3</sup> (ПДК  $HCHO$ =0,05 мг/м<sup>3</sup>) на МП «Парк Победы» в 2022 году

В контролируемый период зарегистрировано разовое превышение ПДК формальдегида в сентябре (0,058 мг/м<sup>3</sup>) и концентрация формальдегида на уровне ПДК в июне (0,0468 мг/м<sup>3</sup>). Минимальное содержание формальдегида зарегистрировано в мае 0,0013 мг/м<sup>3</sup>.

Средняя концентрация формальдегида в атмосферном воздухе за период наблюдений в 2022 году составила **0,033 мг/м<sup>3</sup>**.

Значения индексов загрязнения атмосферы формальдегидом (ИЗА<sub>НСНО</sub>) на МП «Парк Победы» представлены в Таблице 10 и на Графике 17.

Таблица 10 – Средние значения индексов загрязнения атмосферы формальдегидом (ИЗА НСНО)

№ п/п	Название месяца	Значение ИЗА НСНО
1	апрель	0,897
2	май	0,034
3	июнь	1,218
4	июль	0,628
5	август	0,841
6	сентябрь	1,508

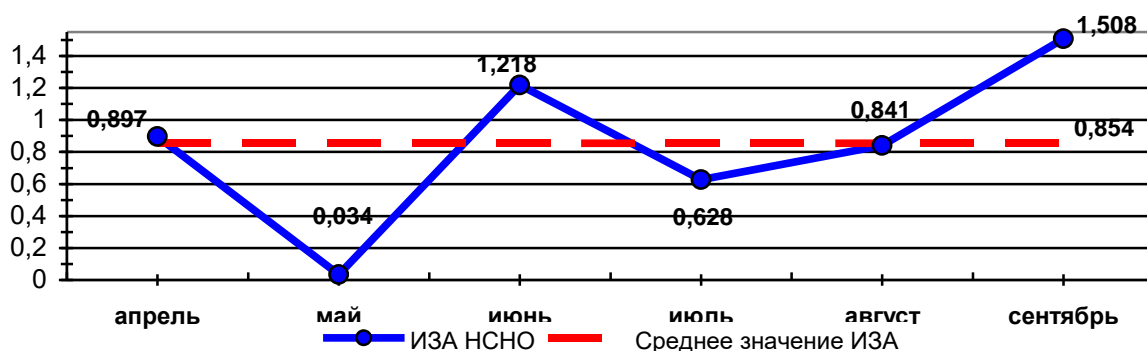


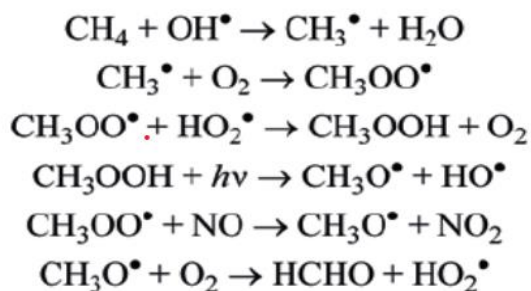
График 17 Динамика изменения ИЗА формальдегидом по месяцам на МП «Парк Победы» за 2022 год

Максимальное значение ИЗА формальдегидом зафиксировано в сентябре (1,508), минимальный ИЗА зафиксирован в мае (0,034).

Среднее значение ИЗА формальдегидом составляло **0,854**

В сентябре 2022 года на маршрутном посту также зафиксировано максимальное по сравнению с другими месяцами контролируемого периода содержание оксида азота (График 11).

Превышение ПДК формальдегида в сентябре 2022 года возможно в результате вторичного образования НСНО из летучих органических соединений (ЛОС), всегда присутствующих в атмосфере города, особенно с интенсивным движением автотранспорта. В присутствии оксида азота ЛОС, к примеру, метан, в теплую погоду на солнце фотоокисляется до формальдегида.



## ВЫВОД (формальдегид, НСНО)

Формальдегид 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/м<sup>3</sup>;  
среднесуточная ПДК – 0,01 мг/м<sup>3</sup>;  
уровень загрязнения «низкий».

Сравнительная характеристика концентраций формальдегида за 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 и 2022 годы на МП «Парк Победы» приведена на Графике 18.

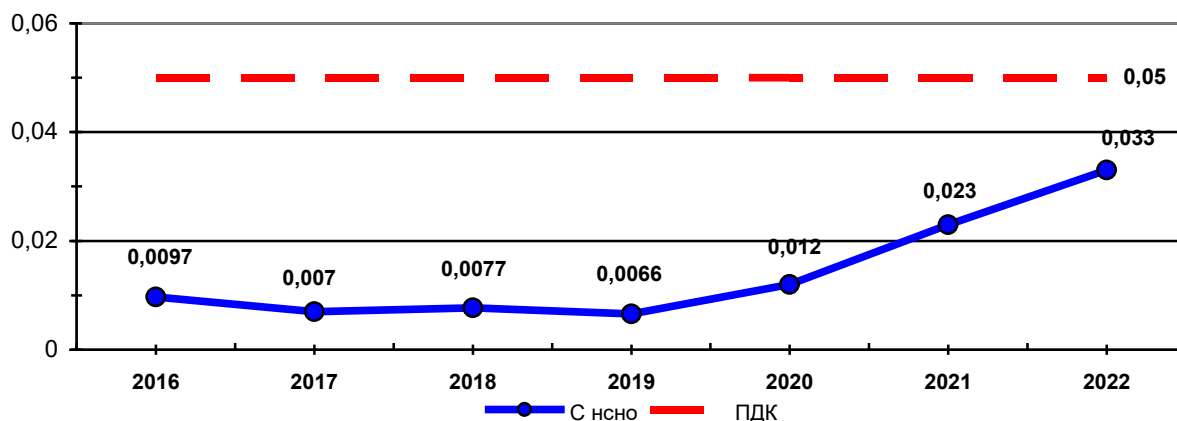


График 18 Средние концентрации формальдегида в мг/м<sup>3</sup> (ПДКнсно=0,05 мг/м<sup>3</sup>) на МП «Парк Победы» за 2016 - 2022 годы.

Средняя концентрация формальдегида в атмосферном воздухе в 2022 году увеличилась по сравнению с 2021 годом и составила 0,033 мг/м<sup>3</sup>. С 2019 года на контролируемом маршрутном посту наблюдается устойчивый рост концентрации формальдегида в атмосферном воздухе. Если в 2019 году этот показатель был равен 0,0066 мг/м<sup>3</sup>, то в 2020 году – уже 0,012 мг/м<sup>3</sup>, в 2021 – 0,023 мг/м<sup>3</sup>, в 2022 – 0,033 мг/м<sup>3</sup>.

Возможно, возрастание концентраций формальдегида за последние три года связано с повышением в городе Йошкар-Оле доли автотранспорта, работающего на газу, и выделяющего в атмосферу формальдегид в составе выхлопных газов.

Тем не менее ПДК формальдегида с 2016 по 2022 год превышены не были.

#### 4 Выводы

В рамках выполнения муниципального контракта № 95-пр от 04.04.2022 года на оказания услуг по проведению мониторинга состояния атмосферного воздуха на территории городского округа «Город Йошкар-Ола» в период с апреля по сентябрь 2022 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, °С	Скорость ветра, м/сек	Давление, мм рт. ст.	Влажность, %	Направление ветра
1	06.04.2022	08:00	2,3	3,4	99,13	79,0	Ю
2	06.04.2022	14:00	4,8	4,2	99,03	72,9	Ю
3	06.04.2022	19:00	1,9	2,8	98,76	75,3	Ю
4	05.05.2022	08:00	4,3	3,7	100,15	63,2	СЗ
5	06.05.2022	14:00	5,1	4,5	100,47	42,5	СЗ
6	06.05.2022	19:00	4,0	3,1	100,75	45,3	СЗ
7	10.06.2022	08:00	21,2	2,0	99,59	49,2	ЮЗ
8	10.06.2022	14:00	22,3	2,8	99,51	41,3	З
9	10.06.2022	19:00	19,0	1,8	99,37	72,4	З
10	01.07.2022	08:00	8,0	2,8	100,19	58,5	С
11	01.07.2022	14:00	18,5	5,2	100,39	45,5	СВ
12	01.07.2022	19:00	15,0	3,0	100,27	50,5	ЮЗ
13	09.08.2022	08:00	28,4	0,3	100,78	54,3	СЗ
14	09.08.2022	14:00	32,7	0,1	100,69	39,7	СЗ
15	09.08.2022	19:00	23,1	1,5	100,73	53,4	СЗ
16	06.09.2022	08:00	13,5	2,1	99,59	60,0	ЮВ
17	06.09.2022	14:00	15,5	2,0	99,57	61,5	В
18	06.09.2022	19:00	14,3	3,4	99,60	63,8	В

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.**

#### 4.1 Информация о превышении максимально разовых концентраций

Зафиксировано превышение ПДК при измерении **максимально разовых** концентраций формальдегида в сентябре 2022 года, когда значение формальдегида на контрольном маршрутном посту составило **0,058 мг/м<sup>3</sup>** при ПДК **0,05 мг/м<sup>3</sup>**. В этот же период на обследуемом маршрутном посту зафиксировано увеличение содержания в воздухе оксида азота NO: по сравнению с августом 2022 года его концентрация возросла **в 12,3 раза (с 0,011 мг/м<sup>3</sup> до 0,135 мг/м<sup>3</sup>)**.

Исходя из вышесказанного, можно предположить в контрольной точке образование **вторичного формальдегида** в результате фотохимической реакции, произошедшей между летучими органическими соединениями (их всегда много в городе в районе автодорог) и оксидом азота, увеличение которого зафиксировано в этой же точке в сентябре 2022 года.

#### 4.2 Сравнительный анализ загрязнений по годам

В таблице 12 представлены среднегодовые концентрации загрязняющих веществ на контролируемом маршрутном посту с 2016 года и по настоящее время.

По сравнению с 2021 годом в 2022 году уменьшились средние концентрации:

- оксида углерода - с 0,18 мг/м<sup>3</sup> до 0,068 мг/м<sup>3</sup>;
- оксида азота - с 0,041 мг/м<sup>3</sup> до 0,0130 мг/м<sup>3</sup>.

Что касается контроля диоксида серы, взвешенных веществ и формальдегида, наблюдается увеличение средней концентрации этих загрязняющих веществ по сравнению с прошлым годом.

Но 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 <sup>3</sup>	2016 г. Ср, мг/м <sup>3</sup>	2017 г. Ср, мг/м <sup>3</sup>	2018 г. Ср, мг/м <sup>3</sup>	2019 г. Ср, мг/м <sup>3</sup>	2020 г. Ср, мг/м <sup>3</sup>	2021 г. Ср, мг/м <sup>3</sup>	2022 г. Ср, мг/м <sup>3</sup>
1	СО – углерода оксид	<b>5,0</b>	1,28	1,07	1,17	1,08	0,52	0,18	0,068
2	SO <sub>2</sub> – серы диоксид	<b>0,5</b>	0,0018	0,0019	0,0034	0,0050	0,052	0,002	0,0206
3	NO <sub>2</sub> – азота диоксид	<b>0,2</b>	0,074	0,045	0,026	0,025	0,056	0,029	0,0302
4	NO – азота оксид	<b>0,4</b>	0,052	0,024	0,011	0,015	0,074	0,041	0,0130
5	Пыль (взвешенные вещества)	<b>0,5</b>	0,200	0,166	0,093	0,077	0,073	0,101	0,134
6	НСНО – формальдегид	<b>0,05</b>	0,0097	0,0070	0,0077	0,0066	0,012	0,023	0,033
	<b>КИЗА</b>		<b>1,48</b>	<b>1,09</b>	<b>0,85</b>	<b>0,77</b>	<b>1,11</b>	<b>1,09</b>	<b>1,36</b>

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

Сравнительная характеристика значений КИЗА на маршрутном посту «Парк Победы» за 2016 - 2022 годы представлена на Графике 19.

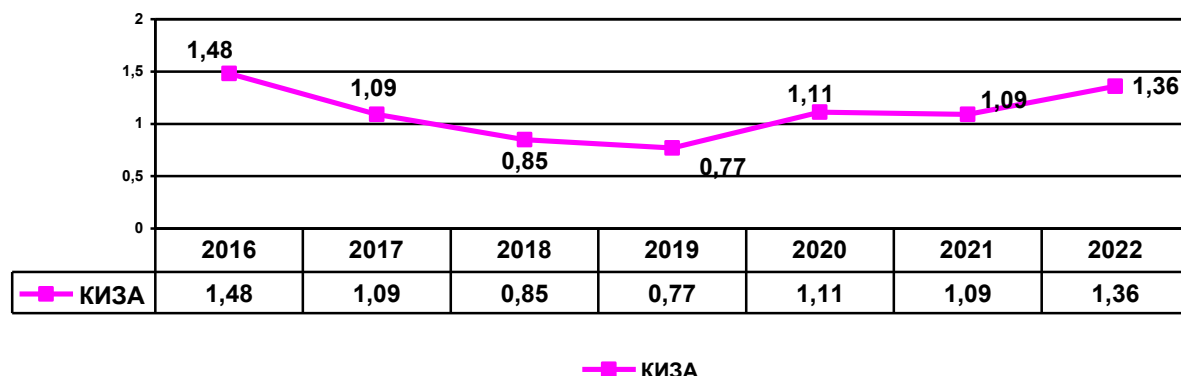


График 19 Сравнительная характеристика значений КИЗА на маршрутном посту «Парк Победы» за 2016 - 2022 годы.

На маршрутном посту «Парк Победы», комплексный ИЗА, который характеризует общий уровень загрязнения и определяет вклад каждой примеси в общее загрязнение города, с 2016 и по 2019 год снижался. В 2020 году КИЗА увеличился до 1,11, а в 2022 его уровень возрос до 1,357.

Значения комплексного ИЗА в 2020 и 2021 годах оставались примерно на одном уровне. В 2022 году значение комплексного ИЗА по сравнению с 2021 годом возросло в 1,2 раза и составило **1,36**. КИЗА в 2022 году практически вернулся на уровень 2016 года, когда комплексный ИЗА составлял 1,48.

Вклад в повышение КИЗА в 2022 году внесли диоксид серы, взвешенные вещества и формальдегид. По данным Маристата с 2020 года наблюдается увеличение пассажирских перевозок, возрос транспортный грузооборот, также ежегодно растёт доля частного автотранспорта на улицах города. Увеличением трафика на дорогах города можно объяснить образование формальдегида из ЛОС и оксида азота, повышенные концентрации диоксида серы и взвешенных веществ.

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 2022 году, показали, что максимальные разовые концентрации всех определяемых ингредиентов, кроме формальдегида в сентябре, не превышали уровня допустимых норм и подтвердили уровень загрязнения атмосферного воздуха «**низкий**». Повышение уровня формальдегида предположительно связано с фотохимической реакцией преобразования летучих органических соединений, всегда присутствующих в атмосфере городов, с оксидом азота.

## Список источников и литературы

1. Доклад об экологической ситуации в Республике Марий Эл за 2020 год. – г. Ижевск, 2021.
2. Информационный сборник о состоянии окружающей среды в Республике Марий Эл в 2017 г. - г. Йошкар-Ола, 2017, 39 с.
3. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Марий Эл в 2016 году. - Йошкар-Ола, 2017.
4. 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.
5. Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения». РД 52.04.667-2005
6. «Руководство по контролю загрязнения атмосферы» (с изменениями на 16.05.2022 г.). РД 52.04.186-89. - М., 1991.
7. «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктах». ГОСТ 17.2.3.01-86.
8. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. СанПиН 1.2.3685-21.
9. Ю. А. Карпов и А. П. Савостин. – «Методы пробоотбора и пробоподготовки». М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014.
10. Б. Небел. «Наука об окружающей среде». – М.: Мир 2, 1993, т.1.
11. Л. В. Передельский, В. И. Коробкин, О. Е. Приходченко. Экология. - Москва, 2009.
12. Безуглая Э. Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. - Л.: Гидрометеиздат, 1986, 200 с.
13. Безуглая Э. Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов.-Л.: Гидрометеиздат, 1980, 183с.
14. Халиков И. С. Формальдегид в атмосферном воздухе: источники поступления и пути удаления. / И. С. Халиков //Экологическая химия. – 2019.-Т.28, вып. 6. - С.307–317.
15. Демьянцева, Е. А. Механизм образования и негативное влияние выбросов, содержащих оксиды азота / Е. А. Демьянцева, Е. А. Шваб, Е. О. Реховская. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 2 (136). — С. 231-234. — URL: <https://moluch.ru/archive/136/38002/> (дата обращения: 17.10.2022).
16. Третьяков, А. Н. О влиянии на атмосферу предприятий теплоэнергетического комплекса / А. Н. Третьяков, Е. В. Перегудина, С. В. Азарова. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 11 (91). — С. 562-566. — URL: <https://moluch.ru/archive/91/19248/> (дата обращения: 17.10.2022).
17. Chen K, Breitner S, Wolf K et al. Ambient carbon monoxide and daily mortality: a global time-series study in 337 cities / K Chen, S Breitner, K Wolf // Lancet Planet Health. -2021/ - Vol. 5, № 4. - P. 191–199. — URL: [https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196\(21\)00026-7/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196(21)00026-7/fulltext) (дата обращения: 17.10.2022).

18. IARC: diesel engine exhaust carcinogenic. Lyons, International Agency for Research on Cancer, 2012. - Press release No. 213. — URL: <https://www.iarc.who.int/media-centre-iarc-news-58/> (дата обращения: 19.10.2022).
19. Exposure to air pollution (particulate matter) in outdoor air. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2011 (ENHIS Factsheet 3.3) — URL: [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0018/97002/ENHIS\\_Factsheet\\_3.3\\_July\\_2011.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0018/97002/ENHIS_Factsheet_3.3_July_2011.pdf) (дата обращения: 19.10.2022).
20. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году»: [Электронный ресурс] — URL: <https://2020.ecology-gosdoklad.ru/doklad/atmosfernyi-vozdukh/299-kachestvo-atmosfernogo-vozdukha> (дата обращения: 12.10.2022).
21. Информационный портал «Город Йошкар-Ола»: [Электронный ресурс]. — URL: <https://i-ola.ru/city/generalinf/>. (дата обращения: 10.10.2022).
22. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <https://maristat.gks.ru/folder/27269> (дата обращения: 13.10.2022).
23. Федеральная служба государственной статистики. Республика Марий Эл в цифрах. Краткий статистический сборник: [Электронный ресурс]. — URL: [https://maristat.gks.ru/storage/mediabank/B%20цифрах\\_2022.pdf](https://maristat.gks.ru/storage/mediabank/B%20цифрах_2022.pdf) (дата обращения: 17.10.2022).
24. Gismeteo [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.gismeteo.ru/diary/11326/2022/9/> (дата обращения: 03.10.2022).
25. WeatherArchive.ru: [Электронный ресурс]. — URL: <http://weatherarchive.ru/Temperature/Yoshkar-Ola/September-2022#3> (дата обращения: 04.10.2022).