



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Экспериментальной физики атмосферы

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
(бакалаврская работа)

На тему «Сезонный анализ состояния воздушного бассейна в г. Тольятти»

Исполнитель                      Иванов Андрей Алексеевич  
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель                    кандидат физико-математических наук, доцент  
(ученая степень, ученое звание)

Крюкова Светлана Викторовна  
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»  
Заведующий кафедрой

(подпись)

доктор физико-математических наук, профессор  
Кузнецов Анатолий Дмитриевич

«    »                      2022 г.

Санкт-Петербург  
2022



## Содержание

|  |    |
|--|----|
| Список сокращений .....  | 3  |
| Введение.....  | 4  |
| 1 Загрязнение атмосферы .....  | 6  |
| 1.1 Строение и состав газовой оболочки Земли.....  | 6  |
| 1.2 Источники загрязнения атмосферы и их классификация .....                                       | 10 |
| 1.3 Классификация и основные виды загрязняющих веществ.....  | 13 |
| 2 Экологический мониторинг .....   | 17 |
| 2.1 Понятие экологического мониторинга .....   | 17 |
| 2.2 Класс опасности. ....  | 18 |
| 2.3 Описание исследуемых ЗВ.....   | 19 |
| 2.4 Нормативы загрязнения атмосферного воздуха .....   | 21 |
| 2.5 Пункты наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в городе<br>Тольятти .....              | 23 |
| 3 Анализ зависимости концентраций загрязнений и метеорологических<br>параметров. ....              | 25 |
| 3.1 Анализ данных о концентрации загрязняющих веществ.....   | 25 |
| 3.2 Характеристика метеопараметров.....  | 30 |
| 3.3 Корреляционный анализ между метеорологическими параметрами и<br>загрязняющими веществами. .... | 34 |
| Заключение .....   | 38 |
| Список использованных источников .....   | 40 |
| Приложение .....   | 43 |

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВМО - Всемирная Метеорологическая Организация;

ВОЗ – Всемирная Организация Здравоохранения;

ЗВ – загрязняющее вещество;

НМУ – неблагоприятные метеорологические условия;

ПДК - предельно-допустимая концентрация;

ПДК<sub>сс</sub> – предельно-допустимая концентрация среднесуточная;

ПДК<sub>мр</sub> – предельно-допустимая концентрация максимально-разовая;

ПНЗ – пункт наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха;

УФ – ультрафиолетовый.

## Введение

Метеорология, как важная наука, помогает обеспечивать нормальное функционирование народного хозяйства, жизнедеятельность населения и живых организмов. В современность деятельность человека связана с большими энерго- и ресурсозатратами, что обеспечивает комфортные и нормальные жизнь, рост и развитие. Помимо пользы, из этого вытекают неблагоприятные последствия. Одним из них является загрязнение окружающей природы, и в частности, атмосферы.

Помимо контроля и анализа состава, структуры воздуха в регионе, гидрометеорологическая служба в том числе проводит анализ метеоусловий. Изменение условий погоды способны оказанию благоприятного или неблагоприятного влиянию на рассеивание ЗВ, аэрозолей и примесей. По этой причине анализирование, контролирование и прогноз метеорологических показателей, согласование имеющихся данных с предприятиями, представляет собой важную часть деятельности промышленности и производства в регионе.

Цель выполняемой работы анализ влияния метеорологических параметров на качество атмосферного воздуха в регионе г. Тольятти, Самарской области в теплый период 2020 г. и холодный 2020-2021 гг.

Для обеспечения выполнения поставленной цели требуется выполнить ряд заданий, и именно:

- Провести анализ содержания ЗВ в г. Тольятти, Самарской области за лето 2020 г. и зиму 2020-2021 гг.;
- Провести анализ влияния погодных условий на значения концентраций загрязняющих веществ;
- Сравнить характер зависимости концентрации ЗВ и метеорологических параметров посредством корреляционного анализа;
- Сделать вывод о качестве атмосферного воздуха в Тольятти за исследуемые периоды, опираясь на полученные данные.

Объектами выполняемого исследования являются значения среднесуточных концентраций загрязняющих веществ на 2 пунктах наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха, размещенных в селитебной зоне г. Тольятти.

Предметом исследования являются данные о значениях концентраций ЗВ за июнь, июль, август, декабрь 2020 г. и январь, февраль 2021 г., полученные с 2 пунктов наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в г. Тольятти.

Структура выпускной работы: данная работа состоит из списка сокращений, введения, трёх глав, подразделённых на подглавы, заключения, списка используемых источников, приложения.

Первая глава посвящена свойствам воздушной оболочки Земли и ЗВ в атмосферном воздухе. Вторая глава посвящена теме экологического мониторинга. Третья глава посвящена анализу содержания загрязняющих веществ в воздухе за рассматриваемый период в г. Тольятти, корреляционный анализ связи метеопараметров и концентраций ЗВ. В заключении были выполнены главные выводы по результатам исследования. В приложении размещены таблицы концентраций ЗВ на исследуемых ПНЗ в отчетные периоды.

## 1. Загрязнение атмосферы

### 1.1. Строение и состав газовой оболочки Земли

Часть атмосферы, в которой обитает человек, называется тропосферой [10]. Представляет собой газовую оболочку вокруг Земли. Имеет следующий состав смешанных газов, обобщенных одним названием воздухом. Воздушная масса включает в себя азот (N) (78%), кислорода (O) (21%), аргона (Ar) (0,9%), углекислого газа (CO<sub>2</sub>) (0,03%), а также криптона (Kr), ксенона (Xe), неона (Ne), гелия (He), водорода (H), озона (O<sub>3</sub>) и др. Нижняя пограничная часть атмосферы – приземный или приземный слой подстилающей поверхности. Заметно выделяющейся верхней границы как таковой нет. Считается, что атмосфера постепенно переходит в космическое пространство. Основной объем атмосферы сконцентрирован в нижней части, в слое высотой до 80 километров. Верхняя пограничная часть доходит до высоты 2000-3000 километров над уровнем моря планеты.

Стандартное атмосферное давление на уровне моря принято считать 1013,3 гектопаскалей или 760 миллиметров ртутного столба. Плотность воздуха на уровне моря 1,27-1,30 кг/м<sup>3</sup>, на высоте около 12000 метров - 0,32 кг/м<sup>3</sup>, на высоте около 40000 метров - 0,0039 кг/м<sup>3</sup>. Воздушная оболочка Земли характерно стратификационным распределением слоев.

Нижняя часть атмосферы - *тропосфера*. Ее вертикальная мощность над экватором – 17000 метров, в полярных областях – 8000-9000 метров, в средних широтах – 10000-11000 метров. В районе исследуемого региона обычно 10-13 км [5]. В ней сосредоточено около 4/5 всей массы воздуха. Воздушная масса тропосферы получает тепловую энергию от нагретой Солнцем земли и вод. По этой причине с увеличением высоты в тропосфере вертикальный термический градиент в среднем составляет -6°C/1 км. На данном уровне наблюдается основная влагосодержания концентрация, тут образуются все облачные системы, оказывающие влияние на погодный режим планеты.

Промежуточный слой между тропосферой и стратосферой, следующим по высоте стратифицированным уровнем атмосферы - *тропопауза*. Температурный градиент на данном уровне практически отсутствует, за исключением мелких локальных динамических процессов.

Слой *стратосферы* находится между высотами уровней 15-55 километров. Здесь воздух разрежен и почти не насыщен водяным паром. По этой причине, в данном стратифицированном слое не образуются облака и всегда ясно. На нижележащих уровнях слоя температурная оставляющая постоянная (около  $-50^{\circ}\text{C}$ ), далее, начиная с высоты 25 километров, термический градиент воздушной массы составляет примерно  $3^{\circ}\text{C}/1$  км. В данном слое находится озоновый слой, считается, защищающий планету от избыточных УФ лучей, значительная доза которых имеет пагубное влияние для здоровья и благополучия живых организмов.

Стратифицированные уровни стратосферы и следующей по высоте мезосферы, разделены *стратопаузой*, подобно тропопаузе.

В слое *мезосферы* до высоты 60 километров термический градиент воздушной массы составляет примерно  $-3,5^{\circ}\text{C}/1$  км и достигает значений температуры  $-90$  градусов Цельсия. В мезосфере наблюдаются специфичный вид облачности - серебристые облака, по причине отмечания ионизации частичек газа. Поднимаясь по стратификационной «лестнице» атмосферы далее, на уровне 80-85 километров находится слой мезопаузы, где температура приблизительно постоянная или слабо увеличивается.

Далее в высоту выделяется слой *термосферы* (или *ионосферы*), в которой наблюдается крутое и значительное увеличение температурной составляющей за счет поглощения прямого солнечной радиации со значениями до 1500-2000 градусов Цельсия. Воздушная масса тут значительно ионизирована. Данный уровень представляет собой весьма разреженную и электропроводящую среду, которая отражает короткие радиоволны направленные от поверхности земли. На этом свойстве радиоволн в ионосфере построена дальняя радиосвязь народного хозяйства. В термосфере наблюдаются явления полярные сияния,



также протекают магнитные бури. Верхние рубежи термосферы располагаются на высоте 1000 километров над уровнем моря планеты.

Еще выше и самый верхний уровень атмосферы представлен *экзосферой*. Отсюда мелкие элементы воздушной массы, в основном, атомы водорода рассеиваются в космическое пространство. Воздушная оболочка Земли имеет фундаментальное значение в природе, жизни человека и живых организмов, так как благодаря ей поверхность планеты в меру прогревается в светлое время суток и в меру выхолаживается темное время суток. К тому же, данная система предохраняет планеты и обитаемую живыми организмами поверхность от метеоритов, крупных космических объектов, большие части которых фрагментируются, локализуются в атмосфере и не достигают поверхности Земли. По причине стратификации температуры атмосферы по высоте и неравномерного нагрева воздушных масс в экваториальных и полярных широтах, протекает общая циркуляция в структуре атмосферы (периодические типы ветра, низкие и высокие барические образования и т.п.). В стратосфере возникают мощные струйные течения, в которых скорость ветра может достигать 360-550 км/ч. К данному моменту времени, научные изыскания атмосферы регулируются ВМО, включающей в свой состав большинство государств планеты. Что позволяет организовать широкую и качественную сеть наблюдения за изменением погодных условия на планете. Для достижения данной цели, создана международная сеть материковых, островных и водных метеорологических станций, постов, применяются приёмы вертикального зондирования воздушной оболочки планеты, метеорологические радиолокаторы, специальные водные и воздушные суда, ракеты и метеоспутники.

В табл. 1 представлен приблизительный химический состав атмосферы Земли, согласно [14].

Таблица 1. Примерная химическая структура воздушной оболочки по А.С. Тихановскому [14]

| Элементы и газы            | Содержание в нижних слоях атмосферы, %         |           |
|----------------------------|--|-----------|
|                            | по объему                                      | по массе  |
| Азот                       | 78,084   | 75,5      |
| Кислород                   | 20,946   | 23,14     |
| Аргон                      | 0,934  | 1,28      |
| Неон                       | 0,0018   | 0,0012    |
| Гелий                      | 0,000524                                       | 0,00007   |
| Криптон                    | 0,000114                                       | 0,0003    |
| Водород                    | 0,00005  | 0,000005  |
| Углекислый газ (в среднем) | 0,034  | 0,0466    |
| Водяной пар:               |  |           |
| в полярных широтах         | 0,2  | -         |
| у экватора                 | 2,6  | -         |
| Озон:                      |  |           |
| в тропосфере               | 0,000001                                       | -         |
| Метан                      | 0,00016  | 0,00009   |
| Окись азота                | 0,000001                                       | 0,0000003 |
| Окись углерода             | Тысячные доли, в воздухе городов - до 0,000008 | 0,0000078 |

На рис. 1 представлена схема гидро-химической циркуляции веществ в атмосфере.

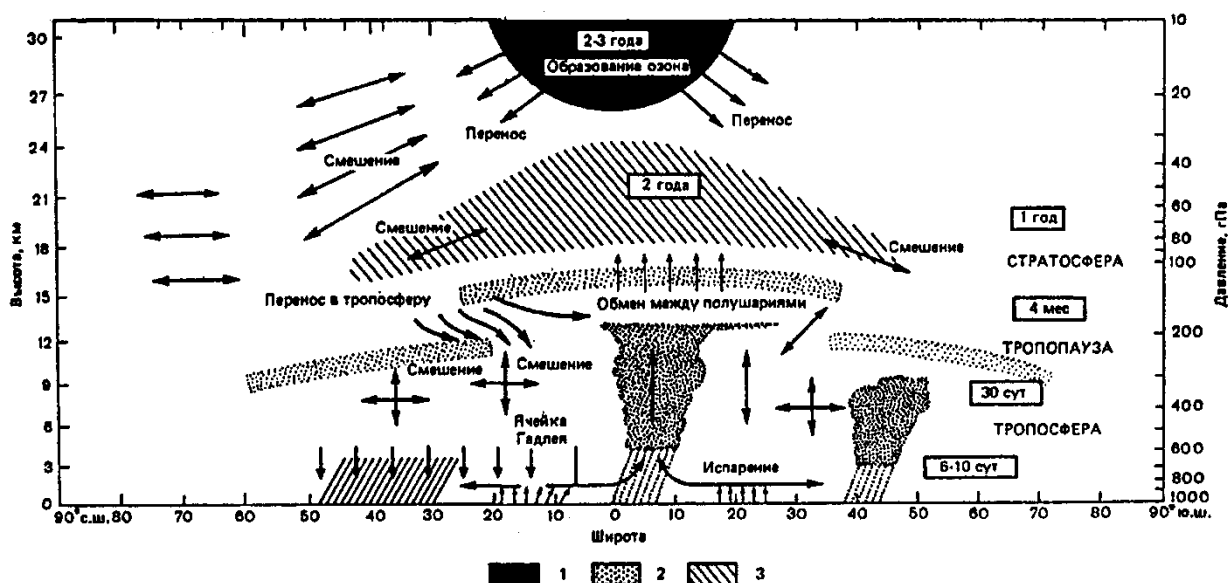


Рисунок 1. Распределение и перенос  $O_3$  (1),  $H_2O$  (2) и различных примесей (3) в воздушной оболочке планеты [14]

## 1.2. Источники загрязнения атмосферы и их классификация

Под загрязнением атмосферной воздушной массы принято считать изменение структуры и свойств атмосферной воздушной массы в результате получения или формирования в нем физических, биогенных факторов, химических процессов и соединений, неблагоприятно влияющих на здоровье население, живых организмов, народное хозяйство и состояние окружающей биосистемы. ЗВ – представляет собой вещество биологического или химического происхождения, содержащееся или поступающее в атмосферный воздух и может прямо или опосредованно отрицательно влиять на здоровье человека и состояние окружающей природной среды.

Источник выброса – это объект (предприятие, цех, агрегат, установка, транспортное средство и пр.), из которого поступает в воздушный бассейн массы ЗВ или смесь подобных элементов. Выброс ЗВ – представляет собой процесс поступления в воздушный бассейн атмосферы ЗВ, газы, аэрозоли и смеси ЗВ.

По сведениям Всемирной Организации Здравоохранения, в большинстве распространенные ЗВ воздушного бассейна атмосферы представлены следующими группами: 1. *твердые частицы* (летучие – зола, пыль, окись

цинка, силикаты, хлорид свинца), 2. *соединения серы* (серы диоксид, сероводород, меркаптаны), 3. *соединения азота* (азота оксид, азота диоксид, аммиак) 4. *радиоактивные соединения* (радиоактивные газы, аэрозоли), 5. *соединения кислорода* (озон, углерода оксид, углерода диоксид), 6. соединения галогенов (водорода фторид, водорода хлорид), 7. *органические соединения* (альдегиды, углеводороды, смолы) [15].

Загрязнение воздушной оболочки планеты разделяется на естественное и искусственное виды возникновения [2]. Данная классификация представлена на рисунке 2 .



Рисунок 2. Источники загрязнения воздушной массы

Среди естественных факторов выделяются:

- а) внеземное загрязнение воздуха космической пылью и космическим излучением;

б) земное загрязнение атмосферы при извержении вулканов, выветривании горных пород, пыльных бурях, лесных пожарах, возникающих от ударов молний, выносе морских солей.

Условно разделяют естественное загрязнение атмосферы на континентальное и морское, а также неорганическое и органическое. К источникам органического загрязнения относят аэро-планктон-бактерии, в том числе болезнетворные, споры грибов, пыльцу растений (включая и ядовитую пыльцу амброзии) и т. д.

Искусственное загрязнение атмосферы разделяют на радиоактивное, электромагнитное, шумовое, дисперсное и газообразное, а также по отраслям промышленности и видам технологических процессов.

Главными и наиболее опасными источниками загрязнения атмосферы являются промышленные, транспортные и бытовые выбросы. Схема выбросов промышленных предприятий представлена на рис. 3. По особенностям строения и характеру влияния на атмосферу загрязнители, как правило, подразделяют на механические и химические.

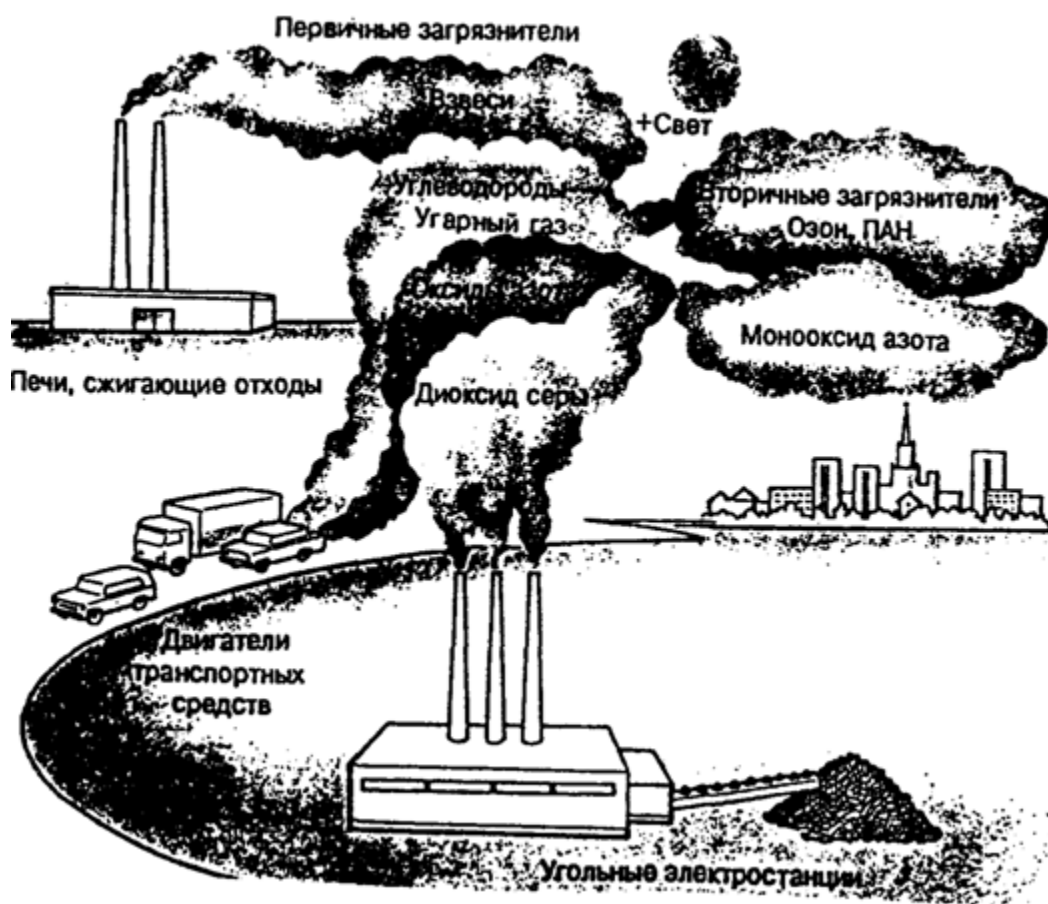


Рисунок 3. Загрязнение атмосферы выбросами промышленных предприятий

Вследствие деятельности человека в атмосферу поступают углекислый газ  $\text{CO}_2$  и угарный газ  $\text{CO}$ , диоксид серы  $\text{SO}_2$  метан  $\text{CH}_4$ , оксиды азота  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}$  и  $\text{N}_2\text{O}$ . При использовании аэрозолей в атмосферу поступают хлорфторуглероды, в результате работы транспорта-углеводороды (бензапирен и др.) [14].

### 1.3 Классификация и основные виды загрязняющих веществ.

Согласно статье Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Вологодской области, ЗВ можно классифицировать на следующие категории:

1. Химические вещества - токсичные металлы, радионуклиды, фосфорорганические и газообразные соединения;

2. Геохимические вещества – мелкодисперсная пыль, отложения;
3. Биологические организмы или продукты;
4. Физические вещества (тепло, излучение, звуковые волны), намеренно или случайно выбрасываемое объектами в окружающую среду с действительно или возможно вредными, неприятными, неблагоприятными последствиями.

Такие нежелательные последствия способны быть прямыми (затрагивающие население) или косвенными благодаря ресурсным организмам или процессам динамики климата. Также можно выделить шумовое, радиоактивное и тепловое загрязнения.

Наиболее опасными для населения и важными для изучения являются загрязнения воздуха и воды. Так как несут серьезную угрозу народному хозяйству, населению и живым организмам.

Далее приводится характеристика классифицированных видов ЗВ.

#### *Загрязнение воздуха*

В современных населенных пунктах экологическая обстановка слабоблагополучная. Причиной ситуации являются высокое содержание вредных частиц, газов и химических элементов в атмосфере. Грязь, продукты сгорания в виде сажи и газов, аэрозоли присутствуют в составе. При конвективных восходящих движениях они попадают в облака, благоприятствуя явлениям кислотных дождей, усиливая процессы инверсии в вертикального распределения температуры воздуха.

#### *Загрязнение воды*

Водяной покров преобладает на большей части территории обитаемой человеком. Благодаря явлениям сообщающихся сосудов и свойствам воды, гидросфера является стратегически важной для населения, живых организмов и народного хозяйства. В связи с этими фактами, загрязнение водных систем очень значительно ощущается в современность. Что влечет меры по качественному выявлению и контролю уровня благополучности экологического фона. Загрязнение воды происходит за счет естественных причин, таких как, цветение

воды, деятельность вулканов. И за счет антропогенного воздействия попаданием мусора, сточных вод с населенных пунктов и предприятий.

#### *Загрязнение почв и земной поверхности*

Вровень с предыдущими сферами, является одним из главных вопросов. Жизнеобеспеченно и стратегически важным. Имеет прямые связи с загрязнением воды и воздуха. Попадание ЗВ происходит за счет сброса удобрений, химических веществ, оседанием продуктов сгорания, химическими процессами между сферами.

#### *Радиоактивное загрязнение*

Продукты ядерных реакций крайне токсичны и неблагоприятны для народного хозяйства и субъектов. Влекут пагубные непоправимые изменения в жизнь и деятельность. При попадании в окружающую среду загрязняют ее. Источниками являются электростанции, ядерные испытания, добыча полезных ископаемых, повышенный естественный фон, инструменты и агрегаты научного комплекса и медицины.

#### *Шумовое загрязнение*

Звуковое влияние выше нормы является шумовым загрязнением.

Различают следующие виды: работа сверхмощных двигателей, аппаратов и установок, организованные и случайные взрывы, специфические мероприятия с использованием повышенного уровня звука. В том числе и обыденный шум автомашин в населенных пунктах.

Использование средств специальной защиты может ограничить влияние загрязнителей. Пренебрежение специальными правилами влечет получение травм.

#### *Световое загрязнение*

В населенных пунктах используется большое количество источников электричества и света. В ночное время, для нормальной жизнедеятельности, может оказывать пагубное влияние на население и живые организмы. Использование электрического света для освещения является причиной



светового загрязнения. Явление очень распространено, имеет сильное влияние. И в настоящее время мало изучено.

#### *Тепловое загрязнение*

Имеет многоступенчатые механизмы пагубного влияния на население и живые организмы. Вред наносится не всегда сразу, а постепенно, с участием других факторов. Например, выпускаемая предприятиями отработанная, при условии качественной очистки, вода по температуре выше фоновой в водоёме. Другого химического состава. Живые организмы дикой природы могут получать ущерб влиянием стоковых вод.

## 2 Экологический мониторинг

### 2.3 Понятие экологического мониторинга

В соответствии с [8], Статьей 63:

Государственный экологический мониторинг (государственный мониторинг окружающей среды) осуществляется в рамках единой системы государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды) федеральными органами исполнительной власти, органами государственной власти субъектов Российской Федерации в соответствии с их компетенцией, установленной законодательством Российской Федерации, посредством создания и обеспечения функционирования наблюдательных сетей и информационных ресурсов в рамках подсистем единой системы государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды), а также создания и эксплуатации уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти государственного фонда данных.

Статьей 63.1:

1. Единая система государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды) создается в целях обеспечения охраны окружающей среды.
2. Задачами единой системы государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды) являются:
  - а) регулярные наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе компонентов природной среды, естественных экологических систем, за происходящими в них процессами, явлениями, изменениями состояния окружающей среды;
  - б) хранение, обработка (обобщение, систематизация) информации о состоянии окружающей среды;
  - в) анализ полученной информации в целях своевременного выявления изменений состояния окружающей среды под воздействием

природных и (или) антропогенных факторов, оценка и прогноз этих изменений; г. обеспечение органов государственной власти, органов местного самоуправления, юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, граждан информацией о состоянии окружающей среды.

В соответствии с информацией «Главной геофизической обсерватории им. А.И.Воейкова», сеть мониторинга загрязнения окружающей среды на территории Российской Федерации представлена на рисунке 4 [5].

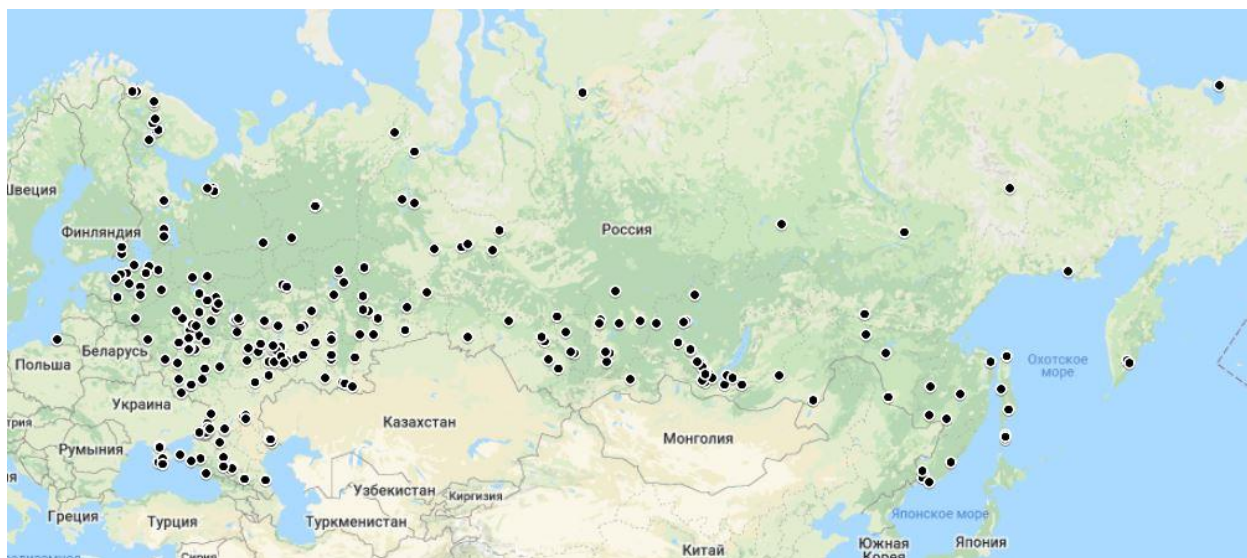


Рисунок 4. Сеть мониторинга загрязнения окружающей среды в Российской Федерации 2020 г.

## 2.4 Класс опасности

Класс опасности – показатель, характеризующий степень опасности для человека веществ, загрязняющих атмосферный воздух. Вещества делятся на следующие классы опасности:

- 1 класс – чрезвычайно опасные;
- 2 класс – высоко опасные;
- 3 класс – опасные;
- 4 класс – умеренно опасные.

## 2.5 Описание исследуемых ЗВ

А. Диоксид серы ( $\text{SO}_2$ ). Сернистый газ это бесцветный газ с едким запахом, негорючий, хорошо растворяется в воде. Соединение вступает в реакцию с водяным паром, что приводит к образованию серной кислоты. Является ядовитым.

Двуокись серы оказывает влияние, в первую очередь, на слизистую оболочку верхних дыхательных путей. Остатки газа могут 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. При выделении данного соединения ощущается достаточно неприятный запах. Класс опасности – 3.

Б. Оксид азота ( $\text{NO}$ ) Существуют естественные источники оксидов азота - бактериальная активность в почве, грозы, извержения вулканов. Основным антропогенным источником их являются процессы горения при температуре выше  $1000^\circ\text{C}$  (автотранспорт и стационарные источники). В процентном соотношении источники распределяются на технологические печи (72,6%), газомоторные компрессоры (14%), факельные стояки (5,4%).

Класс опасности – 3.

В. Диоксид азота ( $\text{NO}_2$ ) - токсичное вещество. В зависимости от температуры, она может быть в газообразном или жидком состоянии. Обе субстанции характеризуются резким, удушливым запахом. В числе распространенных выбросов в атмосферу антропогенного происхождения диоксид азота занимает одно из первых мест. Источники образования оксидов азота – продукты сгорания тепловых электростанций, выхлопы автомобильного транспорта, отходы металлургических производств. В результате протекания фотохимических реакций оксиды в атмосфере становятся диоксидами.

Класс опасности – 3.

Г. Фторид водорода (фтороводород, фтористый водород, гидрофторид) (HF) — бесцветный газ или легко испаряющаяся жидкость с очень резким запахом. На воздухе дымится из-за взаимодействия с водой. В безводном состоянии фтороводород химически инертен. В присутствии воды он проявляет сильные окислительные свойства и активно реагирует с большинством веществ, включая даже хлористый водород, который и сам является сильным окислителем. Многие реакции с участием фтороводорода приводят к пожарам или взрывам за счет интенсивного выделения тепла. При его растворении в воде также выделяется тепло. Фтороводород токсичен. Класс опасности — 2.

Д. Аммиак (нитрид водорода) (NH<sub>3</sub>) - бесцветный газ с острым раздражающим запахом (нашатырного спирта), едкий, легче воздуха. В атмосфере образует холодное белое туманное облако, которое держится у поверхности земли. При согревании газовое облако поднимается. Растворимость NH<sub>3</sub> в воде чрезвычайно велика — около 1200 объемов (при 0°C) или 700 объемов (при 20°C) в объеме воды. Раздражает глаза и дыхательные пути. Причиняет слезотечение, боль в носу и горле, кашель, трудности с дыханием, боль в груди. При более высоких концентрациях - тяжелое повреждение дыхательных путей и легких, в том числе отек легких, возможна внезапная смерть. Путем взаимодействия с влажностью образуется едкий гидроксид аммония, который повреждает глаза и кожу. IV класс опасности. Класс опасности – 4.

Е. Формальдегид (CH<sub>2</sub>O) - бесцветный газ с резким запахом, хорошо растворимый в воде, спиртах и полярных растворителях. Обладает токсичностью, негативно воздействует на генетический материал, репродуктивные органы, дыхательные пути, глаза, кожный покров. Оказывает сильное действие на центральную нервную систему.

Формальдегид оказывает отрицательное влияние на органы дыхания, вызывая парез дыхательных путей (остановку дыхания), на кожный покров (ярко выраженные дерматиты, экземы, язвы), нервную систему (энцефалопатии). При длительном воздействии формалин оказывает аллергенное, мутагенное и

канцерогенное воздействие. При постоянном воздействии высоких концентраций этого вещества могут возникнуть мутации органов. Класс опасности – 2.

## 2.6 Нормативы загрязнения атмосферного воздуха

Особенностью нормирования качества атмосферного воздуха является зависимость воздействия загрязняющих веществ, присутствующих в воздухе, на здоровье населения не только от значения их концентраций, но и от продолжительности временного интервала, в течение которого человек дышит данным воздухом. Поэтому в Российской Федерации, как и во всем мире, для загрязняющих веществ, как правило, установлены 2 норматива:

- норматив, рассчитанный на короткий период воздействия загрязняющих веществ. Данный норматив называется «предельно допустимые максимально – разовые концентрации»,
- норматив, рассчитанный на более продолжительный период воздействия (8 часов, сутки, по некоторым веществам год). В Российской Федерации данный норматив устанавливается для 24 часов и называется «предельно допустимые среднесуточные концентрации».

ПДК – предельная допустимая концентрация загрязняющего вещества в атмосферном воздухе – концентрация, не оказывающая в течение всей жизни прямого или косвенного неблагоприятного действия на настоящее или будущее поколение, не снижающая работоспособности человека, не ухудшающая его самочувствия и санитарно-бытовых условий жизни. Величины ПДК приведены в мг/м<sup>3</sup> (ГН 2.1.6.695-98).

ПДК<sub>МР</sub> – предельно допустимая максимальная разовая концентрация химического вещества в воздухе населенных мест, мг/м<sup>3</sup>. Эта концентрация при вдыхании в течение 20–30 мин не должна вызывать рефлекторных реакций в организме человека.

$PDK_{CC}$  – предельно допустимая среднесуточная концентрация химического вещества в воздухе населенных мест, мг/м<sup>3</sup>. Эта концентрация не должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия при неопределенно долгом (годы) вдыхании.

Предельно допустимые концентрации взяты из СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания". Представлены в таблице. Интерпретация коэффициентов корреляции представлена таблице 1.

Таблица 1. Предельно-допустимые концентрации исследуемых веществ

| N  | Вещество          | Класс опасности | $PDK_{MP}$ , мг/м <sup>3</sup> | $PDK_{CC}$ , мг/м <sup>3</sup> |
|----|-------------------|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 1. | SO <sub>2</sub>   | 3               | 0,5                            | 0,05                           |
| 2. | NO <sub>2</sub>   | 3               | 0,2                            | 0,1                            |
| 3. | NO                | 3               | 0,4                            | 0,04                           |
| 4. | HF                | 2               | 0,02                           | 0,014                          |
| 5. | NH <sub>3</sub>   | 4               | 0,2                            | 0,1                            |
| 6. | CH <sub>2</sub> O | 2               | 0,05                           | 0,01                           |

## 2.7 Пункты наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в городе Тольятти

Согласно [16], сеть наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в г. Тольятти включает 8 ПНЗ в жилой зоне города. Контролирует деятельность пунктов Тольяттинская Специализированная Гидрометеорологическая Обсерватория, выдающая сведения об НМУ. На пунктах проводятся наблюдения за концентрацией ЗВ, приведенных в Приложении, табл. 7-10, характерных как для промышленных, так и для автомобильных выбросов.

Уровень загрязнения воздушного бассейна, также, зависит от метеоусловий. Метеоусловия, в том числе, являются важным аспектом уровня загрязнения воздуха. НМУ выражаются в малопродолжительных особых сочетаниях метеофакторов, благоприятствующих накоплению вредных примесей в слое атмосферы у земли. Что приводит к ухудшению качества воздушного бассейна на территории города.

С установлением благоприятных метеорологических условий для рассеивания концентрация ЗВ в воздухе быстро падает и экологическое положение восстанавливается.

Оповещение населения о наступающих периодах НМУ выполняется в разделе «Новости департаментов» ресурса [16] или на страничке «Департамент городского хозяйства/Экология/Экологическая обстановка» официального портала администрации городского округа Тольятти.

Характеристика местоположения и наблюдаемых ЗВ представлена в табл. 2.



Таблица 2. Характеристика местоположения и наблюдаемых загрязняющих веществ

| П/н | Номер ПНЗ | Адрес  | PM-10 | NO <sub>2</sub> | NO | SO <sub>2</sub> | CO | HF | CH <sub>2</sub> O | NH <sub>3</sub> | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O | C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> | C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> | C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> | C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> |
|-----|-----------|--|-------|-----------------|----|-----------------|----|----|-------------------|-----------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 1   | 2         | Центральный р-н, бул. 50 лет   | +     | +               | +  | +               | +  | +  | +                 | +               | +                               | +                              | -+                            | +                             | +                              |
| 2   | 3         | Центральный р-н, ул. Мира восточнее д. 100                           | +     | +               | +  | +               | +  | +  | +                 | +               | -                               | -                              | -                             | -                             | -                              |
| 3   | 4         | Комсомольский р-н, ул. Ярославская, западнее д.10                    | +     | +               | -  | +               | +  | +  | +                 | -               | -                               | -                              | -                             | -                             | -                              |
| 4   | 7         | Автозаводский р-н, ул. Ботаническая, 12                              | +     | +               | -  | -               | +  | -  | +                 | +               | -                               | -                              | -                             | -                             | -                              |
| 5   | 8         | Автозаводский р-н, пр. Ст. Разина, восточнее д. 26                   | +     | +               | -  | -               | +  | +  | -                 | -               | -                               | +                              | +                             | +                             | +                              |
| 6   | 9         | Центральный р-н, ул. Карла Маркса, 27Б                               | +     | +               | +  | -               | +  | -  | +                 | -               | -                               | -                              | -                             | -                             | -                              |
| 7   | 10        | С. Тимофеевка, Южный проезд, 1Г                                      | +     | +               | -  | -               | +  | -  | +                 | +               | +                               | +                              | +                             | +                             | +                              |
| 8   | 11        | Комсомольский р-н, ул. Шлюзовая, д. 8, на территории школы-интерната | +     | +               |    |                 | +  | +  | +                 | +               | +                               | +                              | +                             | +                             | +                              |

### 3 Анализ зависимости концентраций загрязнений и метеорологических параметров

#### 3.3 Анализ данных о концентрации загрязняющих веществ

Для исследования были выбраны пункты наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в г. Тольятти, расположенные по адресу Центральный р-н ул. Мира восточнее д. 100 (ПНЗ-3) и Комсомольский р-н, ул. Ярославская, западнее д.10 (ПНЗ-4). Рассматриваемые периоды с 01.06.20 по 31.08.20 и с 01.12.20 по 28.02.21 для обеих станций.

В результате систематизации данных были построены совмещенные таблицы с обеих станций. Среднесуточные концентрации рассматриваемых загрязняющих веществ а) диоксид серы  $\text{SO}_2$ , б) оксид азота  $\text{NO}$ , в) диоксид азота  $\text{NO}_2$ , г) аммиак  $\text{NH}_3$ , д) хлорид фтора  $\text{HF}$  и е) формальдегид  $\text{CH}_2\text{O}$  представлены в отдельных таблицах А.1-А.4 в приложении А.

На основе полученных данных и составленных графиков, за лето и зиму 2020-2021 гг, на пунктах наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха было обнаружено следующее.

На рис. 5-10 представлены сведения о концентрациях ЗВ за летний период 2020 г.

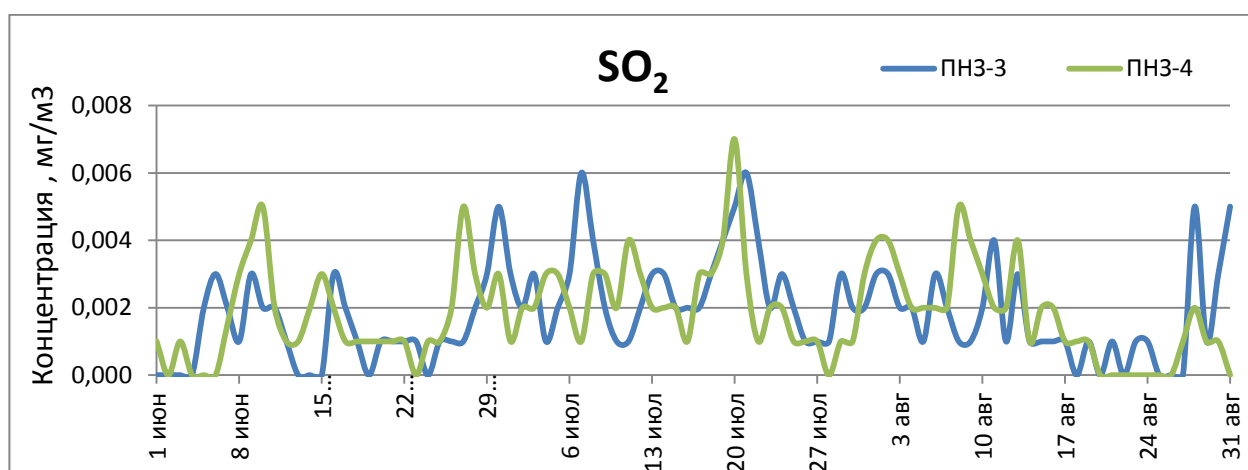


Рисунок 5. Концентрация  $\text{SO}_2$  в летний сезон

По содержанию  $\text{SO}_2$  превышений ПДК<sub>сс</sub> не зафиксировано.

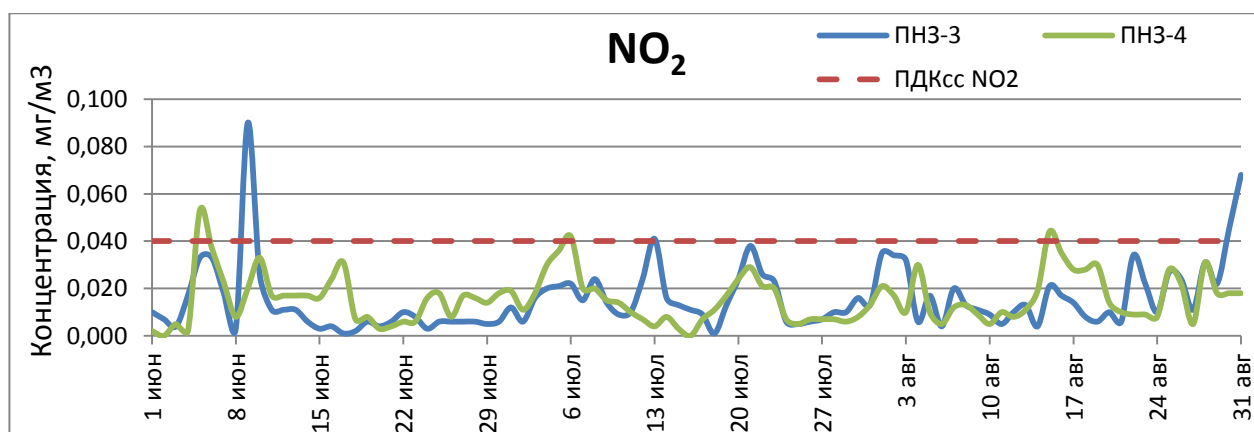


Рисунок 6. Концентрация NO<sub>2</sub> в летний сезон

Летом на ПНЗ-3 зафиксированы превышения ПДК<sub>сс</sub> 9 июня 0,09 мг/м<sup>3</sup> и 31 августа 0,068 мг/м<sup>3</sup>. На ПНЗ-4 зафиксировано превышение 5 июня 0,053 мг/м<sup>3</sup>.

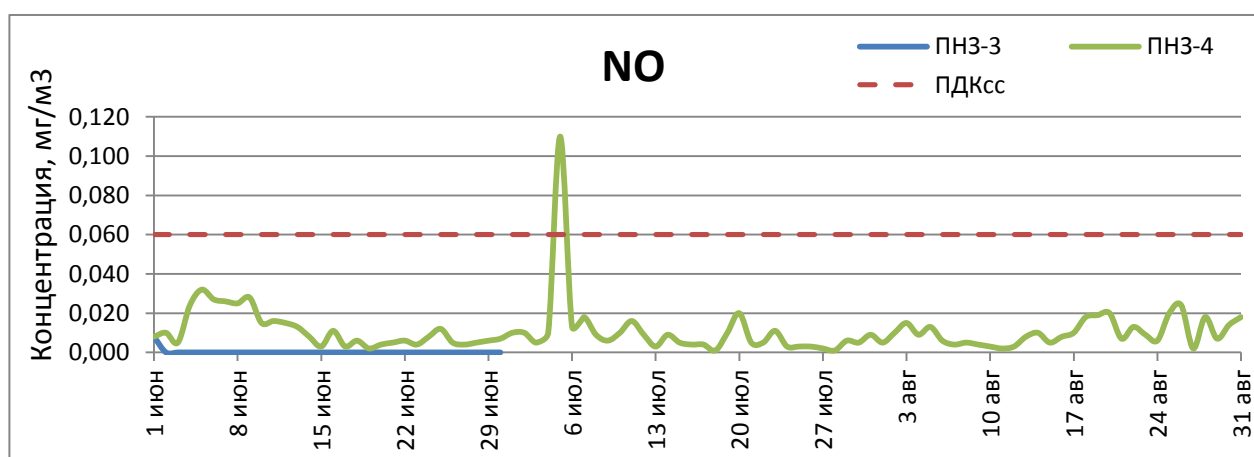


Рисунок 7. Концентрация NO в летний сезон

Данные по содержанию NO в пункте №3 отсутствуют (не измерялись). В ПНЗ-4 содержание оксида азота превышало ПДК<sub>сс</sub> (0,04 мг/м<sup>3</sup>) 05.07.20 г. концентрация 0,11 мг/м<sup>3</sup>.

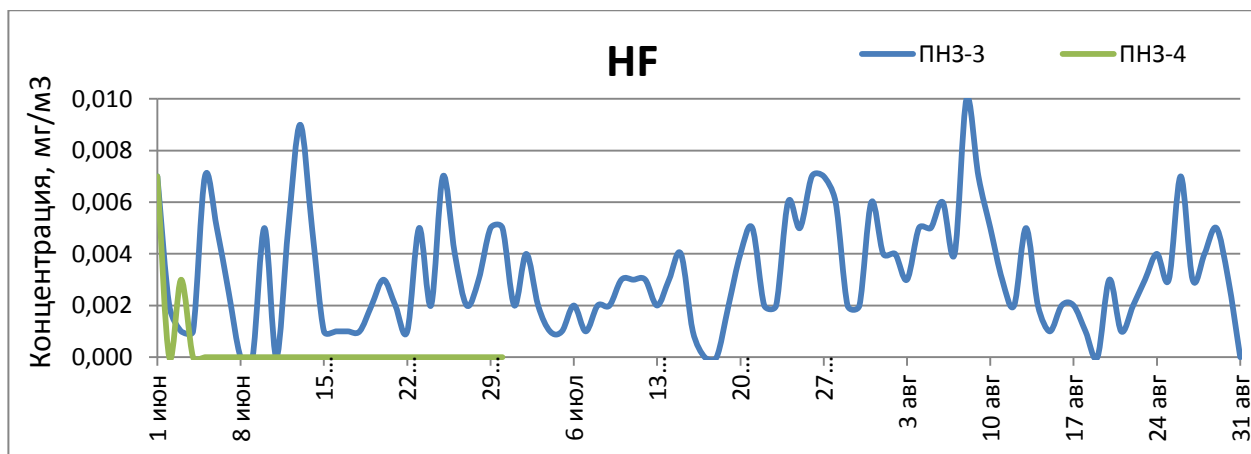


Рисунок 8. Концентрация HF в летний сезон

Содержание HF не превысило ПДК.

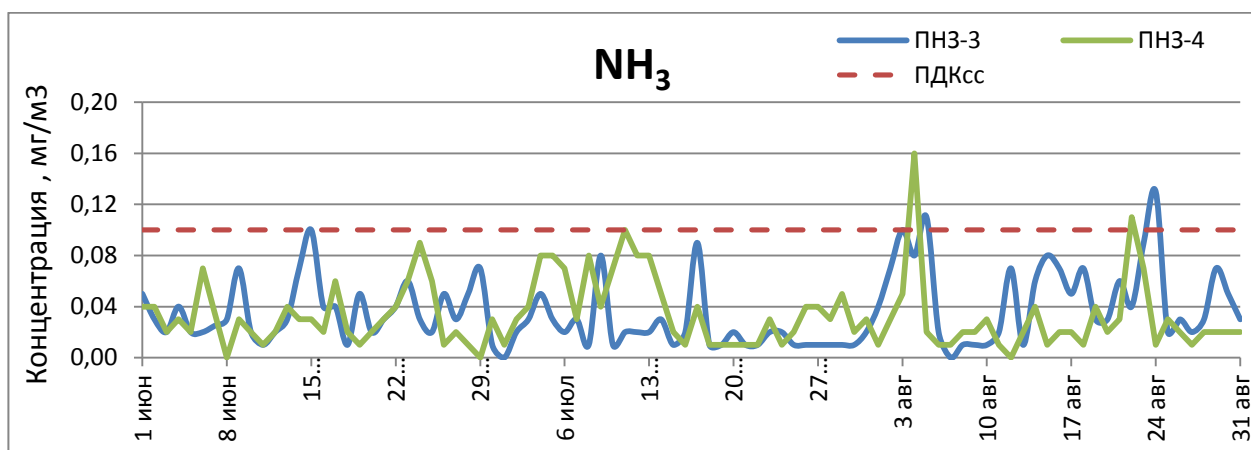


Рисунок 9. Концентрация NH<sub>3</sub> в летний сезон

Содержание аммиака в пункте №3 летом превысило ПД (0,1 мг/м<sup>3</sup>) 5 и 24.08.20 г. Концентрации 0,11 и 0,13 мг/м<sup>3</sup> соответственно. В пункте №4 летом превысило ПД 17 дней. Наибольшее содержание 0,16 мг/м<sup>3</sup> установлено – 4 августа. Среднее по превышениям – 0,08 мг/м<sup>3</sup>.

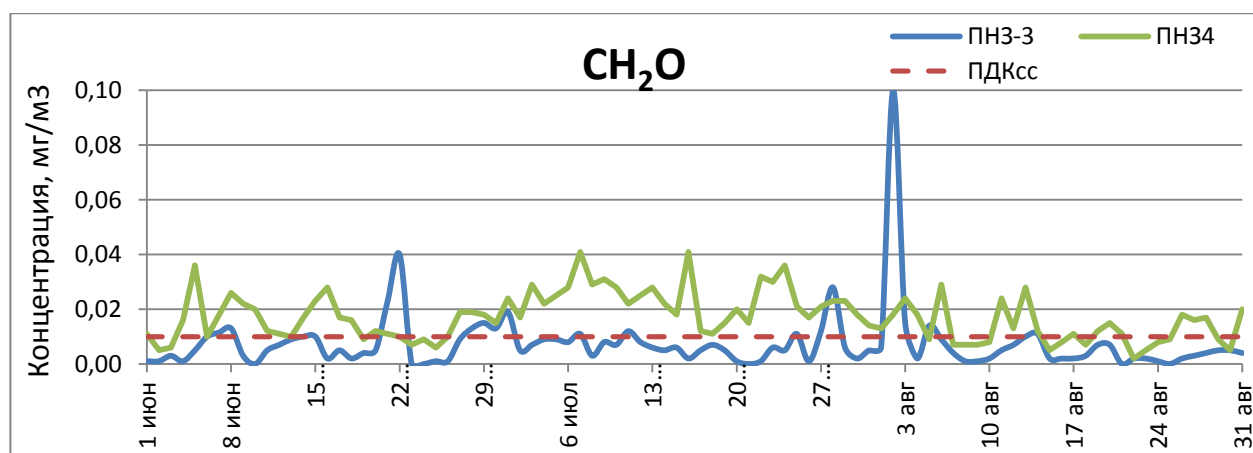


Рисунок 10. Концентрация  $\text{CH}_2\text{O}$  в летний сезон

Превышение содержания  $\text{CH}_2\text{O}$  в летний сезон ( $\text{ПДК}_{\text{cc}} 0,017 \text{ мг/м}^3$ ) на обоих пунктах зафиксированы превышения. На пункте наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха №3 превышение  $\text{ПДК}_{\text{cc}}$  зафиксировано 17 дней. Максимальная концентрация  $0,1 \text{ мг/м}^3$  2 августа. Среднее значение из суммы концентрации превышающей  $\text{ПДК}_{\text{cc}} 0,021 \text{ мг/м}^3$ . На ПНЗ-4 – 42 из 92 исследуемых дней. Максимальная концентрация  $0,041 \text{ мг/м}^3$  7 и 16 июля. Среднее значение превышающей концентрации  $0,025 \text{ мг/м}^3$ .

Данные по загрязнению воздуха за период с 01.12.20 г. по 28.02.21 г. представлен в рис. 11-16.

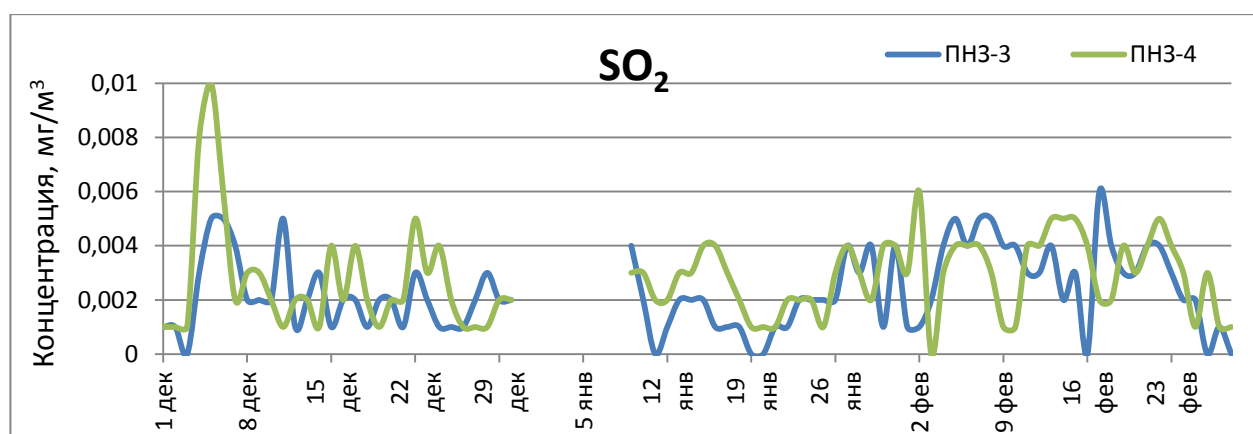


Рисунок 11. Концентрация  $\text{SO}_2$  в зимний сезон

По содержанию  $\text{SO}_2$  превышений  $\text{ПДК}_{\text{cc}}$  не зафиксировано.

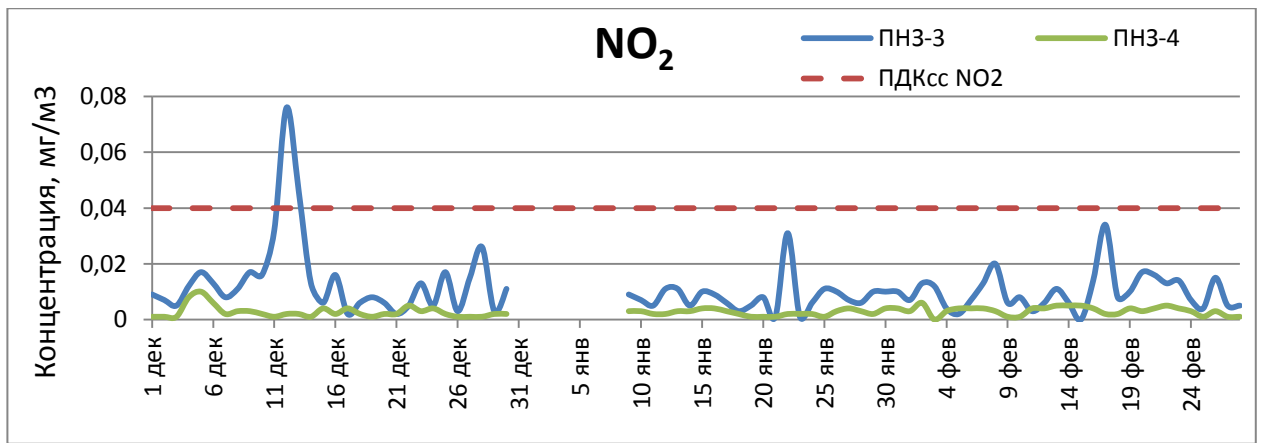


Рисунок 12. Концентрация  $\text{NO}_2$  в зимний сезон

В зимний период уровень загрязнения диоксидом серы находился преимущественно в допустимых пределах. Одно превышение зафиксировано на ПНЗ-3 12 декабря  $0,076 \text{ мг/м}^3$ .

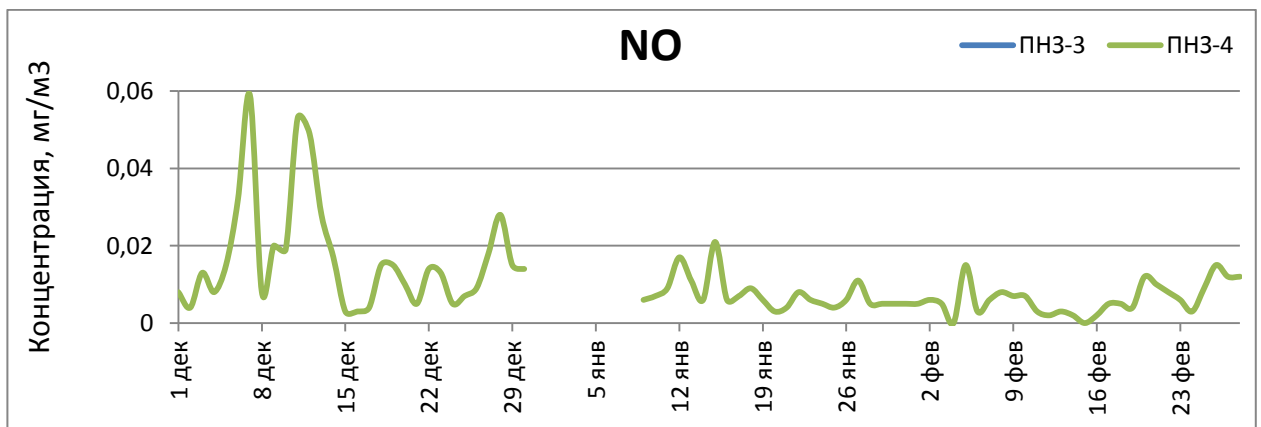


Рисунок 13. Концентрация  $\text{NO}$  в зимний сезон

По содержанию  $\text{NO}$  превышений ПДК<sub>сс</sub> не зафиксировано.

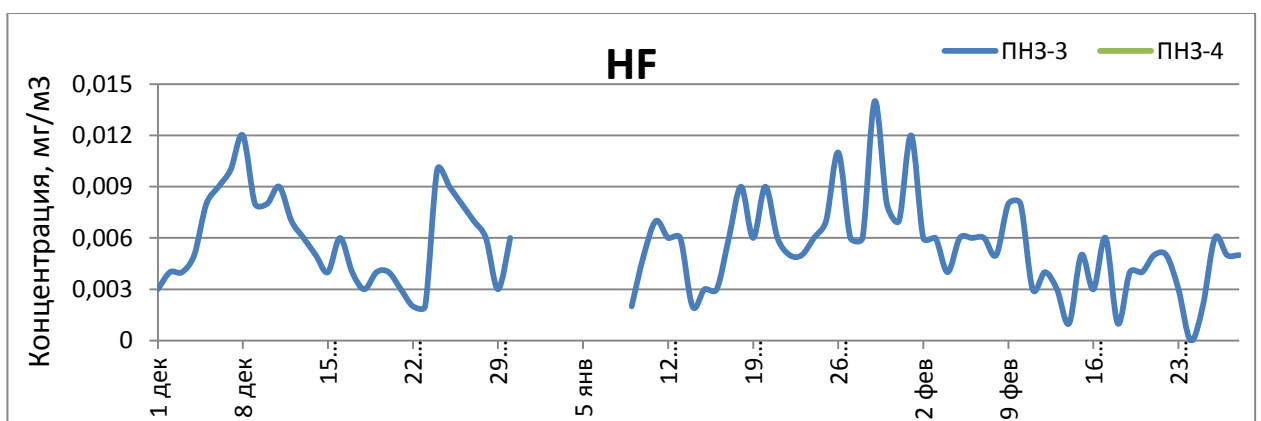


Рисунок 14. Концентрация  $\text{HF}$  в зимний сезон

Содержание  $\text{HF}$  не превысило ПДК.

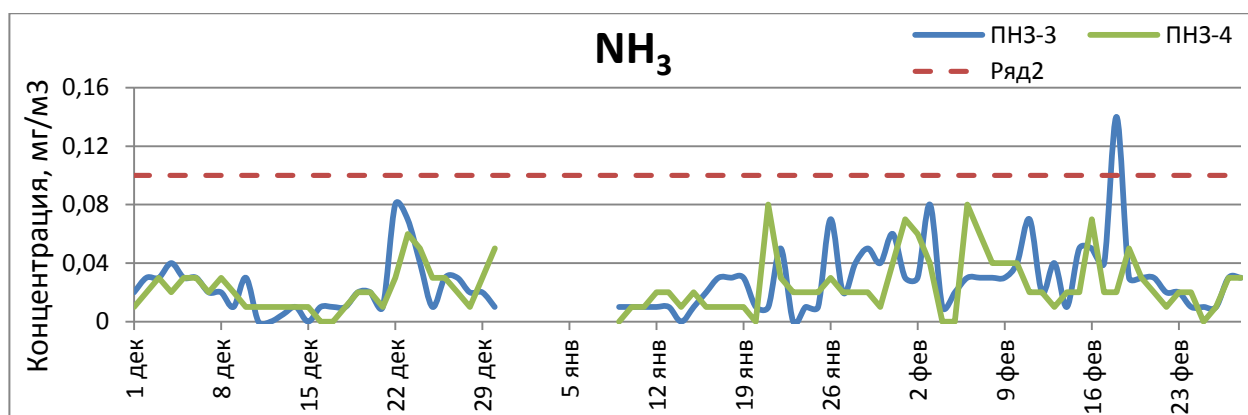


Рисунок 15. Концентрация NH<sub>3</sub> в зимний сезон

Зимой на ПНЗ-4 превышений не зафиксировано. На ПНЗ-3 зафиксировано превышение 0,14 мг/м<sup>3</sup> 18 февраля.

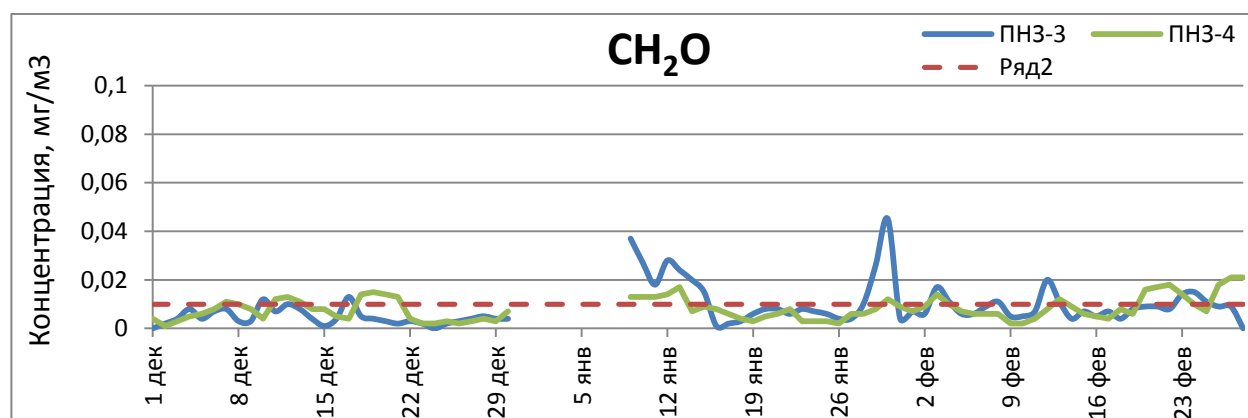


Рисунок 16. Концентрация CH<sub>2</sub>O в зимний сезон

Зимой по формальдегиду на ПНЗ-3 превышение ПДК<sub>сс</sub> (0,009 мг/м<sup>3</sup>) зафиксировано 19 дней. Максимальная концентрация 0,045 мг/м<sup>3</sup> 30 января. Среднее 0,02 мг/м<sup>3</sup>. На ПНЗ-4 – 24 дней. Максимальная концентрация 0,021 мг/м<sup>3</sup> 27, 28 февраля. Среднее значение превышающей концентрации 0,014 мг/м<sup>3</sup>.

### 3.4 Характеристика метеопараметров

На рис.17-20 представлены графики изменения метеорологических параметров за летний период 2020 год.

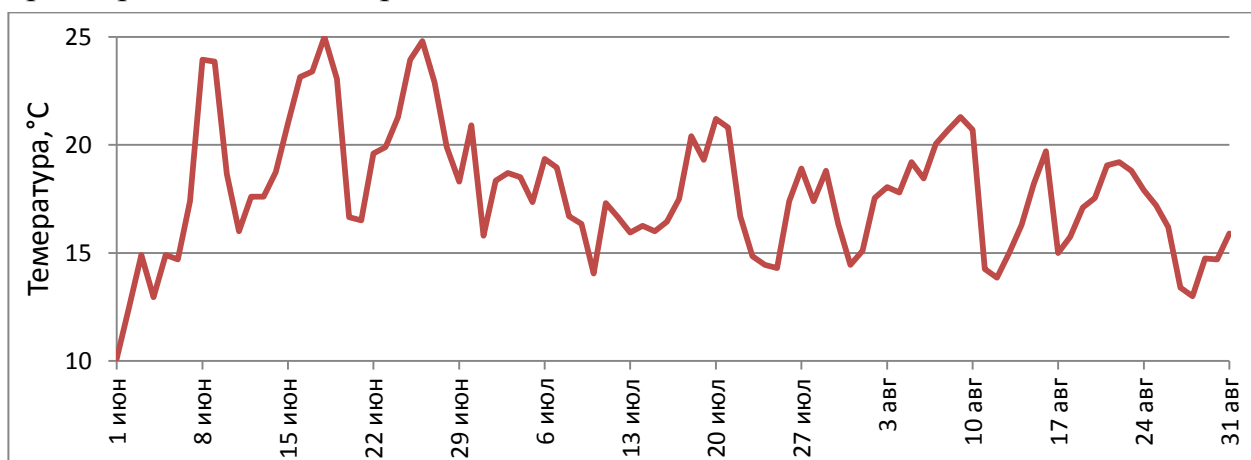


Рисунок 17. Сезонный ход температуры воздуха летом

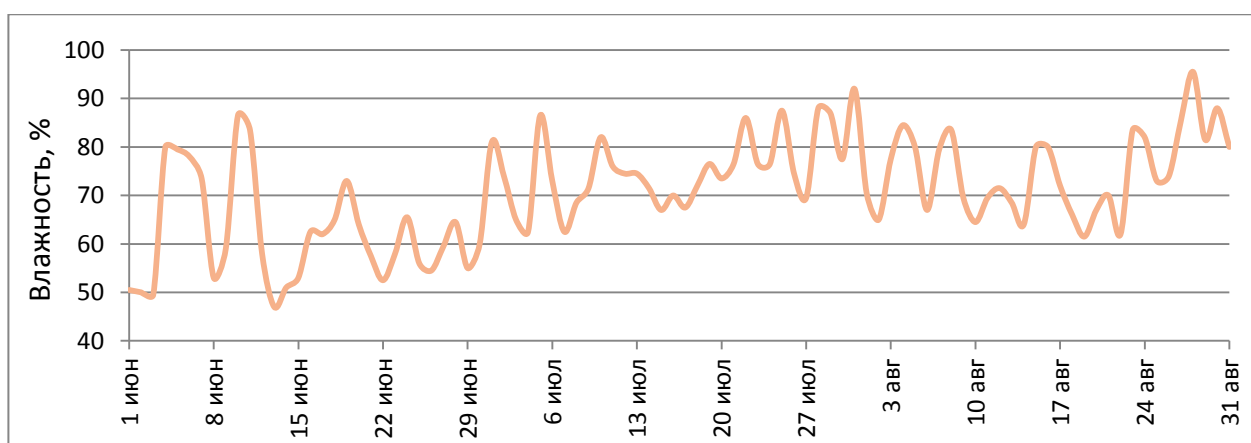


Рисунок 18. Сезонный ход влажности воздуха летом

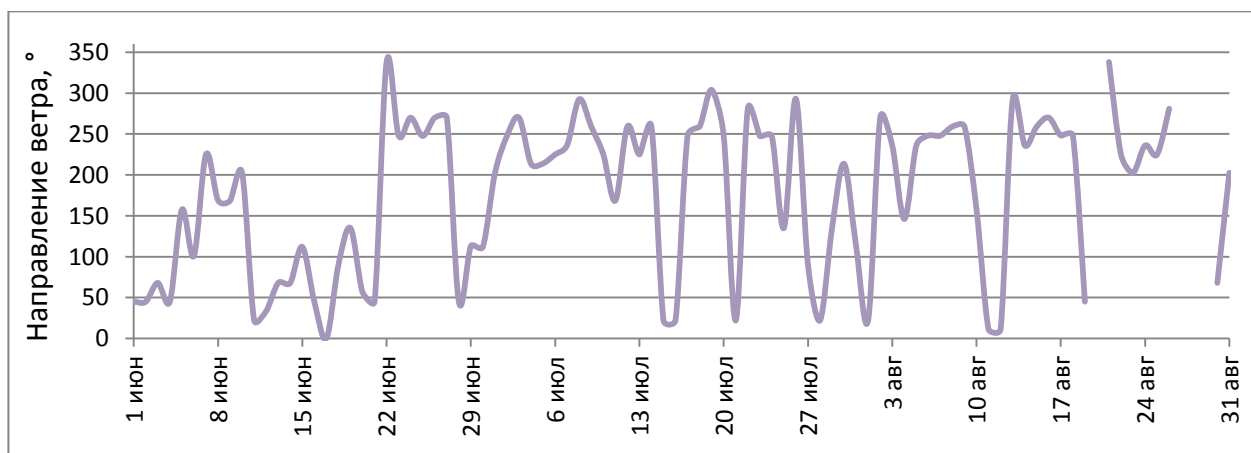


Рисунок 19. Сезонный ход направления ветра летом



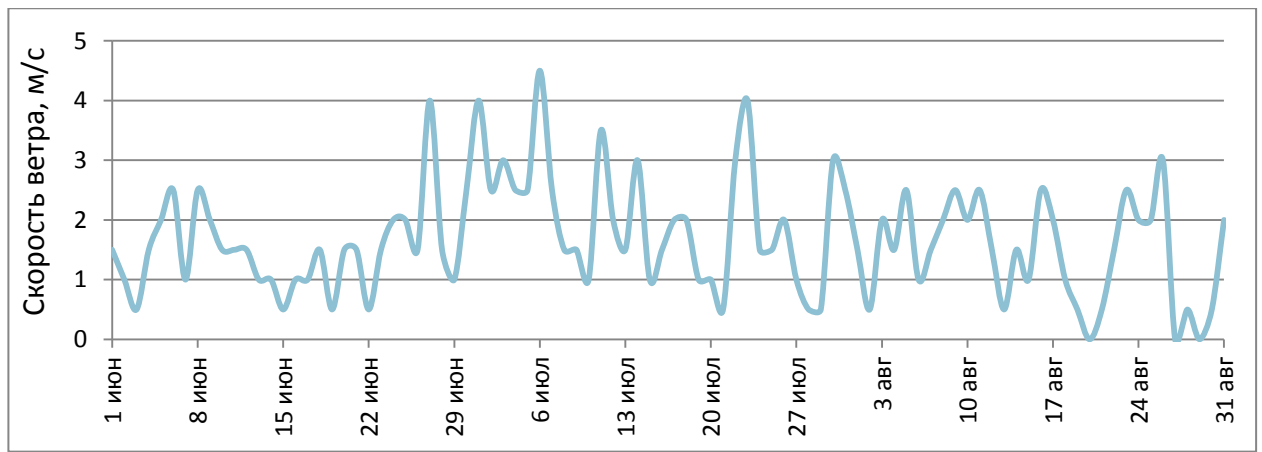


Рисунок 20. Сезонный ход скорости ветра летом

Данные по метеорологическим параметрам за период с 01.12.20 г. по 28.02.21 г. представлены на рис. 21-24.

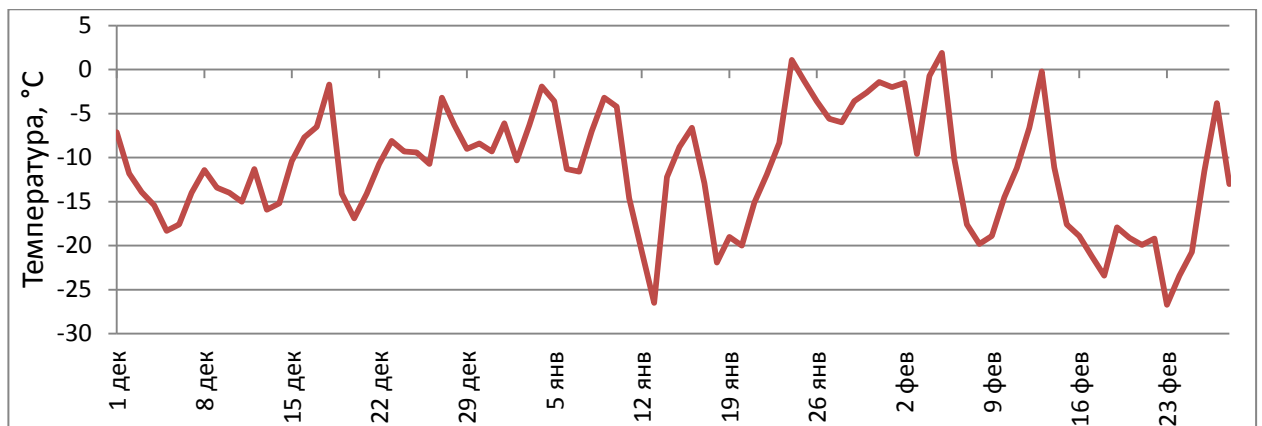


Рисунок 21. Сезонный ход температуры воздуха зимой

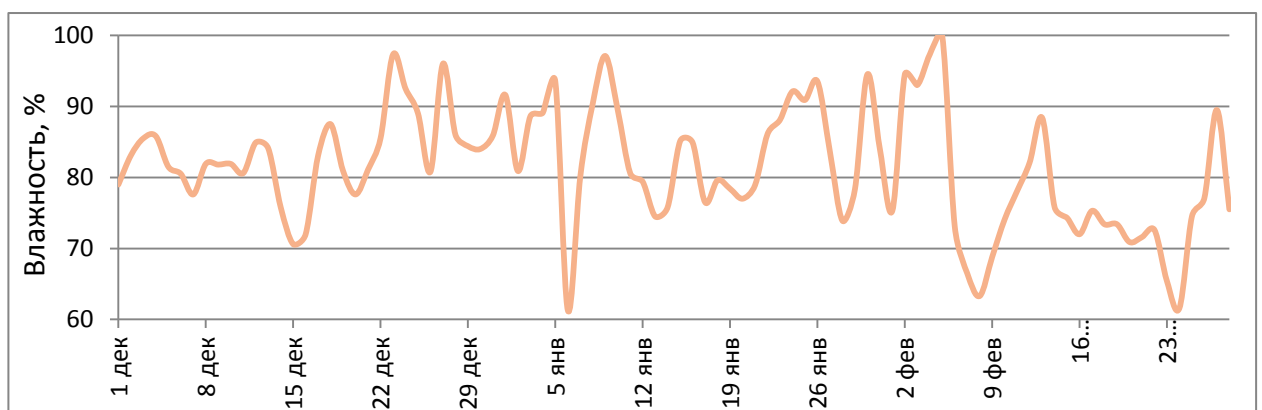


Рисунок 22. Сезонный ход влажности воздуха зимой

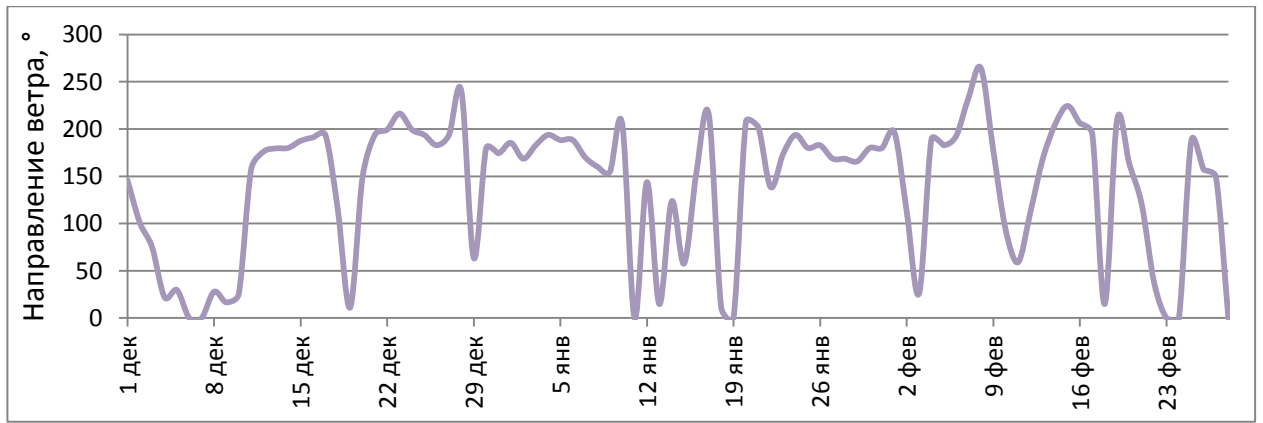


Рисунок 23. Сезонный ход направления ветра зимой

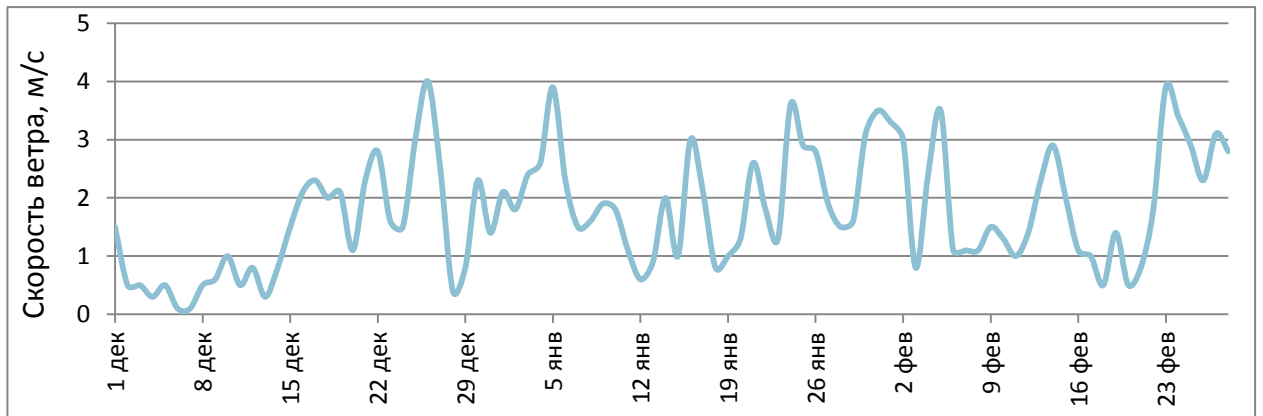


Рисунок 24. Сезонный ход скорости ветра зимой

### 3.5 Корреляционный анализ между метеорологическими параметрами и загрязняющими веществами

Для исследования влияния метеорологических параметров на загрязнение воздуха в летний и зимний периоды были получены средние значения температуры воздуха (Т), относительной влажности (f), направления ветра (WD) и скорости ветра (WS). Выявление силы связи между исследуемыми переменными выполнено путем корреляционного анализа. В табл. 4-7 представлены среднесезонные значения парных коэффициентов корреляции между метеорологическими параметрами и концентрациями загрязняющих веществ. Для обоих рассматриваемых пунктов. Значимые коэффициенты при уровне значимости 0,05 выделены красным цветом.

В летний сезон среднемесячная температура была +20,0 °С, с повышением 09.07.2020 г. до +30,2 °С и небольшими понижениями 23.06 и 20.08 до +14,0 и +13,2 °С соответственно. Средняя относительная влажность составила 67%. Самый низкий показатель был 09.07 и составил 37%. Среднее направление и скорость ветра составили 97° и 1,0 м/с.

Корреляционная матрица за летний сезон по ПНЗ-3 представлена в таблице 3.

Таблица 3. Корреляционная матрица за летний сезон по ПНЗ-3

| лето              | Т     | f     | WD    | WS    |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| SO <sub>2</sub>   | 0,39  | -0,25 | 0,20  | -0,23 |
| NO <sub>2</sub>   | 0,12  | 0,20  | 0,21  | -0,21 |
| NO                | 0,03  | -0,10 | 0,17  | 0,08  |
| HF                | -0,06 | -0,04 | -0,13 | 0,34  |
| NH <sub>3</sub>   | -0,06 | -0,04 | -0,13 | 0,34  |
| CH <sub>2</sub> O | -0,05 | 0,02  | 0,03  | 0,10  |

Летом по пункту наблюдения за загрязнением воздуха №3 значения коэффициентов для четырех загрязняющих веществ SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, HF, NH<sub>3</sub>

значимы. Между скоростью ветра и концентрациями диоксидов серы и азота коэффициенты отрицательны и равны -0,23 и -0,21 соответственно, что говорит о существовании слабой обратной связи. Так же между диоксидом серы и влажностью. Слабая прямая связь со скоростью ветра наблюдается у гидрофторида и формальдегида, коэффициент 0,34. Такая же зависимость между диоксидом азота и направлением ветра со значением корреляции 0,21 соответственно. И очень слабая прямая зависимость между диоксидом серы и направлением ветра со значением 0,20.

Корреляционная матрица за летний сезон по ПНЗ-4 представлена в табл.4.

Таблица 4. Корреляционная матрица за летний сезон по ПНЗ-4

| лето              | T     | f     | WD    | WS    |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| SO <sub>2</sub>   | 0,25  | -0,14 | 0,03  | 0,16  |
| NO <sub>2</sub>   | -0,03 | 0,25  | 0,22  | -0,23 |
| NO                | 0,07  | 0,20  | 0,23  | -0,17 |
| HF                | -0,01 | -0,02 | 0,11  | 0,10  |
| NH <sub>3</sub>   | 0,12  | 0,01  | -0,05 | 0,19  |
| CH <sub>2</sub> O | 0,34  | -0,26 | 0,23  | -0,14 |

По ПНЗ-4 количество значимых коэффициентов 8 из 24 рассматриваемых. Зависимости корреляции слабые. Для NO<sub>2</sub> выявлена зависимость с влажностью воздуха, направлением и скоростью ветра. Значения 0,25, 0,22 и -0,23 соответственно. Связь установлена между формальдегидом и метеопараметрами температурой, влажностью воздуха и направлением ветра с коэффициентами 0,34, -0,26 и 0,23 соответственно. Прямые зависимости установлены между диоксидом серы и температурой воздуха 0,25, окисью азота и направлением ветра 0,23.

Коэффициенты корреляции ниже уровня значимости могут говорить не об отсутствии связи между примесями и метеорологическими параметрами, а о более сложном, нелинейном характере этой связи. В летний сезон по ПНЗ-3

оказалось 29% значимых коэффициентов, по ПНЗ-4 33 %, среднее отношение значимых коэффициентов 31 %, сила связи была в основном слабая.

Зимой характер температуры воздуха можно описать как динамический. Минимальные значения составили -26,5 °С 13.01.2021 г. и -26,7 °С 23.02. Максимальные значения наблюдались 18 декабря 2020 г. -1,7 °С, 4 и 25 января -1,9 и -1,3 °С. В феврале 4 и 14 -0,7 и -0,2 °С соответственно. Среднемесячная температура составила -11,0 °С. Средняя относительная влажность составила 81% и менялась в течение месяца от 61 (6 января) до 100% (5 февраля). Среднее направление и скорость ветра составили 139,0° и 2,0 м/с.

Корреляционная матрица за зимний сезон по ПНЗ-3 представлена в табл. 5.

Таблица 5. Корреляционная матрица за летний сезон по ПНЗ-3

| зима              | T     | f     | WD    | WS    |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| SO <sub>2</sub>   | -0,07 | -0,14 | 0,05  | -0,20 |
| NO <sub>2</sub>   | -0,13 | 0,00  | 0,09  | -0,30 |
| NO                | н.д.  | н.д.  | н.д.  | н.д.  |
| HF                | 0,13  | 0,11  | -0,01 | -0,11 |
| NH <sub>3</sub>   | -0,05 | 0,04  | -0,10 | -0,07 |
| CH <sub>2</sub> O | 0,05  | 0,11  | -0,05 | 0,02  |

Зимой по ПНЗ-3 значимый коэффициент со слабой обратной связью наблюдаются между скоростью ветра и концентрацией NO<sub>2</sub> -0,30. Связи оксида азота нет по причине отсутствия данных. Измерения в указанный период не проводились.

Корреляционная матрица за зимний сезон по ПНЗ-4 представлена в таблице 6.

Таблица 6. Корреляционная матрица за летний сезон по ПНЗ-4

| зима            | T    | f     | WD    | WS   |
|-----------------|------|-------|-------|------|
| SO <sub>2</sub> | 0,00 | -0,01 | -0,07 | 0,00 |

|                   |       |       |       |       |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| NO <sub>2</sub>   | -0,18 | -0,10 | -0,20 | 0,01  |
| NO                | -0,09 | 0,09  | -0,20 | -0,39 |
| HF                | н.д.  | н.д.  | н.д.  | н.д.  |
| NH <sub>3</sub>   | -0,04 | -0,12 | 0,15  | 0,03  |
| CH <sub>2</sub> O | -0,12 | -0,11 | -0,28 | 0,03  |

По пункту №4 слабые обратные связи обнаружены между оксидом азота и скоростью со значением -0,39, формальдегидом и направлением ветра -0,28. Связи фторида водорода нет по причине отсутствия данных. Измерения в указанный период не проводились.

В зимний сезон по ПНЗ-3 оказалось 5% значимых коэффициентов, по ПНЗ-4 10 %, среднее отношение значимых коэффициентов 8 %, сила связи была слабая.

## Заключение

Одной из густонаселенных территорий Европейской части РФ является Самарская область. Так как она входит в состав Приволжского федерального округа, размещение здесь многих вредных производств, транспортных и коммунальных объектов, интегрированных внутри и выведенных за пределы городской черты, высокая плотность населения и наличие радикально расходящихся от столицы области автодорог федерального значения способствует формированию здесь высоких концентраций в воздухе загрязнителей, представленных широким спектром вредных веществ. В городе Тольятти острым экологическим вопросом считается загрязнение атмосферного воздуха.

В данной работе проведен анализ концентраций загрязняющих веществ на территории г. Тольятти. Сроком исследования был выбран летний и зимний периоды 2020-2021 гг. При использовании данных с 2 пунктов наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха, были построены таблицы среднемесячных концентраций загрязняющих веществ, диаграммы распределения концентраций диоксида азота ( $\text{SO}_2$ ), двуокиси азота ( $\text{NO}_2$ ), окиси азота ( $\text{NO}$ ), гидрофторида ( $\text{HF}$ ), аммиак ( $\text{NH}_3$ ) и формальдегида ( $\text{CH}_2\text{O}$ ).

На основании вышеперечисленных таблиц, диаграмм распределения, сделан вывод, что из двух исследуемых периодов, наиболее загрязненным оказался летний. В этот период наблюдалось более высокие температуры, минимальное количество повторений адвекции холодного воздуха, скорость ветра 1-2 м/с, относительная влажность в среднем составляла 67 %.

На протяжении наблюдаемых месяцев на территории города Тольятти случаев экстремально высокого и высокого загрязнения атмосферного воздуха не наблюдалось. Атмосферный воздух был загрязнен формальдегидом, особенно в Комсомольском районе. Достаточно большое количество

превышений было зафиксировано по аммиаку. Оба вещества являются продуктом деятельности химических и производственных предприятий.

Наибольший удельный вес загрязнения приходится на станции, расположенные в центральной части города, где вероятность загрязнения от автотранспорта высокая, зеленых насаждений мало, переработка от промышленности не усваивается. В Комсомольской районе пункт наблюдения располагается на окраине города.

В ходе выполнения работы был исследован сезонный ход показателей загрязняющих веществ  $SO_2$ ,  $NO_2$ ,  $NO$ ,  $HF$ ,  $NH_3$  и  $CH_2O$ . А также метеовеличин: влажности, температуры воздуха, направления и скорости ветра.

Удалось выяснить, что три рассматриваемых вида загрязняющих веществ превышают показатели предельно допустимых среднесуточных значений – окись азота, аммиак и формальдегид.

Содержание  $NO$  на ПНЗ-4 превысило ПДК один день летом и два дня зимой. Для  $NH_3$  летом больше количество дней с превышениями, чем зимой.  $CH_2O$  больше зафиксирован с превышениями на ПНЗ-4, чем на ПНЗ-3. При том, что количество превышений на ПНЗ-4 летом больше в 2,5 раза, чем на ПНЗ-3. А зимой – на 1,26 раза.

Слабый значимый уровень корреляционного отношения загрязняющих веществ и метеопараметров за летний сезон составил 31 % случаев, за зимний – 10%. Данные процессы свидетельствуют о том, что метеопараметры оказали слабое влияние на треть случаев концентрации загрязняющих веществ летом, и на малую часть зимой. Анализ был проведен по двум станциям.

По результатам исследования уровень загрязнения воздуха в Тольятти относительно низкий. Основными источниками загрязнения являются производственные, химические предприятия, автотранспорт, другие стационарные и передвижные виды оборудования.

Из чего можно сделать вывод. Наблюдение и контроль синоптической ситуации, значений метеопараметров имеет связь с загрязнением воздуха в



городе Тольятти. Является важной задачей органов метеобеспечения. Качественное выполнение функций способствует здоровой жизнедеятельности населения, живых организмов, нормальному функционированию промышленно-производственного комплекса.

Анализируя работу, можно заключить о потребности мероприятий по улучшению состояния воздуха, а именно:

- производственные и химические предприятия перевести на более усовершенствованное сырье;

- повысить эффективность системы очистки газов на предприятиях;

- начать строительство парков, аллей, увеличить объёмы озеленения города и др.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Берлянд М. Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы [монография] – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1985. – 272 с.
2. Е.С. Селезнева Мониторинг фоновое загрязнение атмосферы [труды] / А. С. Зайцев, Е.Н. Русина, Я.М. Шварц, О.П. Петренчук – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1979. – 132 с.
3. Крюкова С. В. Контроль загрязнения природной среды. Анализ данных загрязнений. Лабораторный практикум - Санкт Петербург: РГГМУ, 2015. – 46 с.
4. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания – Введ. 01-03-2021. – М.: Центрмаг, 2022. 736 с.
5. ГГО им. Воейкова. Отдел мониторинга и исследований химического состава атмосферы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://voeikovmgo.ru/index.php/struktura/otdel-monitoringa-i-issledovaniy-khimicheskogo-sostava-atmosfery> (дата обращения: 16.09.2021).
6. Экологический портал Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://m.infoeco.ru/okruzhaushaya-sreda/> (дата обращения: 16.09.2021).
7. Статья Загрязнение воздушного и водного бассейнов города. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://spb-pogoda.ru/9-zagryaznenie-vozdushnogo-i-vodnogo-bassejnov-goroda> (дата обращения: 16.09.2021).
8. Федеральный Закон 3 № 7-ФЗ Об охране окружающей среды. – Введ. 10-01-2002 - М.: Омега-М, 2020. – 79с.
9. Испытательный центр МГУ. Статья Микроскопическая угроза: частицы PM10 и PM2,5. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.msulab.ru/knowledge/air/microscopic-threat-particles-pm10-and-pm2-5/> (дата обращения: 22.09.2021).
10. Компания ЕвролабГаз. Статья Пыль в атмосфере и воздухе рабочей зоны. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://eurolabgas.ru/pyl\\_v\\_atmosfere\\_vozduhe](http://eurolabgas.ru/pyl_v_atmosfere_vozduhe) (дата обращения: 05.10.2021).
11. Испытательная лаборатория Веста. Статья Диоксид азота в

атмосферном воздухе и его влияние на здоровье человека. [Электронный ресурс]. Режим доступа:

<https://testslab.ru/stati/dioksid-azota/> (дата обращения: 05.10.2021).

12. *Котельников С, Степанов Е., Щербаков И.* Статья Приземный озон в России: чем он опасен. [Электронный ресурс]. Режим доступа:

<https://regnum.ru/news/innovatio/2099148.html> (дата обращения: 05.10.2021).

1. Метеорологическая энциклопедия. (Ставропольский ЦГМС). [Электронный ресурс]. Режим доступа:

[http://stavpogoda.ru/e\\_pedia.shtml?kod=%C0%F2%EC%EE%F1%F4%E5%F0%E0](http://stavpogoda.ru/e_pedia.shtml?kod=%C0%F2%EC%EE%F1%F4%E5%F0%E0) (дата обращения: 05.10.2021).

2. *Степановских А.С.* Экология. Учебник для вузов. – М.: ЮНИТИ ДАНА, 2001.

3. *Игнатьева Л. П.* ГИГИЕНА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА. Учебное пособие / М. В. Чирцова, М. О. Потапова – Иркутск: ИГМУ, 2015. – 79 с.

4. Экологический атлас г.о. Тольятти. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://emgis.ru/atlas/#> (дата обращения: 17.08.2021).

5. *Зайцева А.С.* Труды ГГО. Выпуск 418. Мониторинг фоновое загрязнения атмосферы. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1979. – 132 с.

6. *Израэль Ю.А., Черногаева Г.М., Егоров В.И., Пешков Ю.В., Котлякова М.Г.* Обзор состояния и загрязнения окружающей среды РФ за 2011 г. – М.: Росгидромет, 2012. – 256 с.

Таблица 7 - Концентрация ЗВ на ПНЗ-3 в летний период 2020 г.

0,001 – превышение ПДК<sub>сс</sub>.

| станция                     | дата       | вид ЗВ (мг/м <sup>3</sup> ) |                 |       |       |                 |                   |
|-----------------------------|------------|-----------------------------|-----------------|-------|-------|-----------------|-------------------|
|                             |            | 3                           | 4               | 5     | 6     | 7               | 8                 |
| ПНЗ-3<br>ул. Мира<br>д. 100 | лето       | SO <sub>2</sub>             | NO <sub>2</sub> | NO    | HF    | NH <sub>3</sub> | CH <sub>2</sub> O |
|                             | 01.06.2020 | 0,000                       | 0,010           | 0,008 | 0,007 | 0,05            | 0,001             |
|                             | 02.06.2020 | 0                           | 0,007           | 0,000 | 0,002 | 0,03            | 0,001             |
|                             | 03.06.2020 | 0,000                       | 0,004           | 0,000 | 0,001 | 0,02            | 0,003             |
|                             | 04.06.2020 | 0,000                       | 0,017           | 0,000 | 0,001 | 0,04            | 0,001             |
|                             | 05.06.2020 | 0,002                       | 0,033           | 0,000 | 0,007 | 0,02            | 0,005             |
|                             | 06.06.2020 | 0,003                       | 0,033           | 0,000 | 0,005 | 0,02            | 0,010             |
|                             | 07.06.2020 | 0,002                       | 0,018           | 0,000 | 0,003 | 0,03            | 0,012             |
|                             | 08.06.2020 | 0,001                       | 0,003           | 0,000 | 0,000 | 0,03            | 0,013             |
|                             | 09.06.2020 | 0,003                       | 0,090           | 0,000 | 0,000 | 0,07            | 0,003             |
|                             | 10.06.2020 | 0,002                       | 0,026           | 0,000 | 0,005 | 0,02            | 0,000             |
|                             | 11.06.2020 | 0,002                       | 0,011           | 0,000 | 0,000 | 0,01            | 0,005             |
|                             | 12.06.2020 | 0,001                       | 0,011           | 0,000 | 0,005 | 0,02            | 0,007             |
|                             | 13.06.2020 | 0,000                       | 0,011           | 0,000 | 0,009 | 0,03            | 0,009             |
|                             | 14.06.2020 | 0,000                       | 0,006           | 0,000 | 0,005 | 0,07            | 0,010             |
|                             | 15.06.2020 | 0,000                       | 0,003           | 0,000 | 0,001 | 0,10            | 0,010             |
|                             | 16.06.2020 | 0,003                       | 0,004           | 0,000 | 0,001 | 0,04            | 0,002             |
|                             | 17.06.2020 | 0,002                       | 0,001           | 0,000 | 0,001 | 0,04            | 0,005             |
|                             | 18.06.2020 | 0,001                       | 0,002           | 0,000 | 0,001 | 0,01            | 0,002             |
|                             | 19.06.2020 | 0,000                       | 0,006           | 0,000 | 0,002 | 0,05            | 0,004             |
|                             | 20.06.2020 | 0,001                       | 0,004           | 0,000 | 0,003 | 0,02            | 0,005             |
|                             | 21.06.2020 | 0,001                       | 0,006           | 0,000 | 0,002 | 0,03            | 0,023             |
|                             | 22.06.2020 | 0,001                       | 0,010           | 0,000 | 0,001 | 0,04            | 0,040             |
|                             | 23.06.2020 | 0,001                       | 0,008           | 0,000 | 0,005 | 0,06            | 0,000             |
|                             | 24.06.2020 | 0,000                       | 0,003           | 0,000 | 0,002 | 0,03            | 0,000             |
|                             | 25.06.2020 | 0,001                       | 0,006           | 0,000 | 0,007 | 0,02            | 0,001             |
|                             | 26.06.2020 | 0,001                       | 0,006           | 0,000 | 0,004 | 0,05            | 0,001             |
|                             | 27.06.2020 | 0,001                       | 0,006           | 0,000 | 0,002 | 0,03            | 0,009             |
|                             | 28.06.2020 | 0,002                       | 0,006           | 0,000 | 0,003 | 0,05            | 0,013             |
|                             | 29.06.2020 | 0,003                       | 0,005           | 0,000 | 0,005 | 0,07            | 0,015             |
|                             | 30.06.2020 | 0,005                       | 0,006           | 0,000 | 0,005 | 0,01            | 0,013             |
| 01.07.2020                  | 0,003      | 0,012                       | -               | 0,002 | 0,000 | 0,019           |                   |
| 02.07.2020                  | 0,002      | 0,006                       | -               | 0,004 | 0,02  | 0,005           |                   |
| 03.07.2020                  | 0,003      | 0,016                       | -               | 0,002 | 0,03  | 0,007           |                   |
| 04.07.2020                  | 0,001      | 0,020                       | -               | 0,001 | 0,05  | 0,009           |                   |
| 05.07.2020                  | 0,002      | 0,021                       | -               | 0,001 | 0,03  | 0,009           |                   |
| 06.07.2020                  | 0,003      | 0,022                       | -               | 0,002 | 0,02  | 0,008           |                   |
| 07.07.2020                  | 0,006      | 0,015                       | -               | 0,001 | 0,03  | 0,011           |                   |

| 1 | 2          | 3     | 4     | 5 | 6     | 7    | 8     |
|---|------------|-------|-------|---|-------|------|-------|
|   | 08.07.2020 | 0,004 | 0,024 | - | 0,002 | 0,01 | 0,003 |
|   | 09.07.2020 | 0,002 | 0,014 | - | 0,002 | 0,08 | 0,008 |
|   | 10.07.2020 | 0,001 | 0,009 | - | 0,003 | 0,01 | 0,007 |
|   | 11.07.2020 | 0,001 | 0,01  | - | 0,003 | 0,02 | 0,012 |
|   | 12.07.2020 | 0,002 | 0,024 | - | 0,003 | 0,02 | 0,008 |
|   | 13.07.2020 | 0,003 | 0,041 | - | 0,002 | 0,02 | 0,006 |
|   | 14.07.2020 | 0,003 | 0,016 | - | 0,003 | 0,03 | 0,005 |
|   | 15.07.2020 | 0,002 | 0,013 | - | 0,004 | 0,01 | 0,006 |
|   | 16.07.2020 | 0,002 | 0,011 | - | 0,001 | 0,02 | 0,002 |
|   | 17.07.2020 | 0,002 | 0,009 | - | 0,000 | 0,09 | 0,005 |
|   | 18.07.2020 | 0,003 | 0,001 | - | 0,000 | 0,01 | 0,007 |
|   | 19.07.2020 | 0,004 | 0,013 | - | 0,002 | 0,01 | 0,005 |
|   | 20.07.2020 | 0,005 | 0,024 | - | 0,004 | 0,02 | 0,001 |
|   | 21.07.2020 | 0,006 | 0,038 | - | 0,005 | 0,01 | 0,000 |
|   | 22.07.2020 | 0,004 | 0,026 | - | 0,002 | 0,01 | 0,001 |
|   | 23.07.2020 | 0,002 | 0,023 | - | 0,002 | 0,02 | 0,006 |
|   | 24.07.2020 | 0,003 | 0,006 | - | 0,006 | 0,02 | 0,005 |
|   | 25.07.2020 | 0,002 | 0,005 | - | 0,005 | 0,01 | 0,011 |
|   | 26.07.2020 | 0,001 | 0,006 | - | 0,007 | 0,01 | 0,001 |
|   | 27.07.2020 | 0,001 | 0,007 | - | 0,007 | 0,01 | 0,012 |
|   | 28.07.2020 | 0,001 | 0,01  | - | 0,006 | 0,01 | 0,028 |
|   | 29.07.2020 | 0,003 | 0,01  | - | 0,002 | 0,01 | 0,006 |
|   | 30.07.2020 | 0,002 | 0,016 | - | 0,002 | 0,01 | 0,002 |
|   | 31.07.2020 | 0,002 | 0,013 | - | 0,006 | 0,02 | 0,005 |
|   | 01.08.2020 | 0,003 | 0,035 | - | 0,004 | 0,04 | 0,006 |
|   | 02.08.2020 | 0,003 | 0,034 | - | 0,004 | 0,07 | 0,10  |
|   | 03.08.2020 | 0,002 | 0,032 | - | 0,003 | 0,10 | 0,015 |
|   | 04.08.2020 | 0,002 | 0,006 | - | 0,005 | 0,08 | 0,002 |
|   | 05.08.2020 | 0,001 | 0,017 | - | 0,005 | 0,11 | 0,014 |
|   | 06.08.2020 | 0,003 | 0,004 | - | 0,006 | 0,02 | 0,009 |
|   | 07.08.2020 | 0,002 | 0,02  | - | 0,004 | 0,00 | 0,004 |
|   | 08.08.2020 | 0,001 | 0,013 | - | 0,01  | 0,01 | 0,001 |
|   | 09.08.2020 | 0,001 | 0,011 | - | 0,007 | 0,01 | 0,001 |
|   | 10.08.2020 | 0,002 | 0,009 | - | 0,005 | 0,01 | 0,002 |
|   | 11.08.2020 | 0,004 | 0,005 | - | 0,003 | 0,02 | 0,005 |
|   | 12.08.2020 | 0,001 | 0,01  | - | 0,002 | 0,07 | 0,007 |
|   | 13.08.2020 | 0,003 | 0,013 | - | 0,005 | 0,01 | 0,01  |
|   | 14.08.2020 | 0,001 | 0,004 | - | 0,002 | 0,06 | 0,011 |
|   | 15.08.2020 | 0,001 | 0,021 | - | 0,001 | 0,08 | 0,002 |
|   | 16.08.2020 | 0,001 | 0,017 | - | 0,002 | 0,07 | 0,002 |
|   | 17.08.2020 | 0,001 | 0,014 | - | 0,002 | 0,05 | 0,002 |
|   | 18.08.2020 | 0,00  | 0,008 | - | 0,001 | 0,07 | 0,003 |
|   | 19.08.2020 | 0,001 | 0,006 | - | 0,00  | 0,03 | 0,007 |
|   | 20.08.2020 | 0,000 | 0,010 | - | 0,003 | 0,03 | 0,007 |
|   | 21.08.2020 | 0,001 | 0,006 | - | 0,001 | 0,06 | 0,000 |

| 1 | 2          | 3     | 4     | 5 | 6     | 7     | 8     |
|---|------------|-------|-------|---|-------|-------|-------|
|   | 22.08.2020 | 0,000 | 0,034 | - | 0,002 | 0,04  | 0,002 |
|   | 23.08.2020 | 0,001 | 0,022 | - | 0,003 | 0,090 | 0,002 |
|   | 24.08.2020 | 0,001 | 0,01  | - | 0,004 | 0,13  | 0,001 |
|   | 25.08.2020 | 0,000 | 0,027 | - | 0,003 | 0,02  | 0,000 |
|   | 26.08.2020 | 0,000 | 0,024 | - | 0,007 | 0,03  | 0,002 |
|   | 27.08.2020 | 0,000 | 0,011 | - | 0,003 | 0,02  | 0,003 |
|   | 28.08.2020 | 0,005 | 0,031 | - | 0,004 | 0,03  | 0,004 |
|   | 29.08.2020 | 0,001 | 0,022 | - | 0,005 | 0,07  | 0,005 |
|   | 30.08.2020 | 0,003 | 0,045 | - | 0,003 | 0,05  | 0,005 |
|   | 31.08.2020 | 0,005 | 0,068 | - | 0,000 | 0,03  | 0,004 |

Таблица 8 - Концентрация ЗВ на ПНЗ-4 в летний период 2020 г.

| станция                          | дата       | вид ЗВ (мг/м <sup>3</sup> ) |                 |       |       |                 |                   |
|----------------------------------|------------|-----------------------------|-----------------|-------|-------|-----------------|-------------------|
| 1                                | 2          | 3                           | 4               | 5     | 6     | 7               | 8                 |
| ПНЗ-4<br>ул. Ярославская<br>д.10 | лето       | SO <sub>2</sub>             | NO <sub>2</sub> | NO    | HF    | NH <sub>3</sub> | CH <sub>2</sub> O |
|                                  | 01.06.2020 | 0,001                       | 0,002           | 0,008 | 0,007 | 0,04            | 0,011             |
|                                  | 02.06.2020 | 0                           | 0,000           | 0,010 | 0     | 0,04            | 0,005             |
|                                  | 03.06.2020 | 0,001                       | 0,005           | 0,005 | 0,003 | 0,02            | 0,006             |
|                                  | 04.06.2020 | 0,000                       | 0,002           | 0,024 | 0,000 | 0,03            | 0,016             |
|                                  | 05.06.2020 | 0,000                       | 0,053           | 0,032 | 0,000 | 0,02            | 0,036             |
|                                  | 06.06.2020 | 0,000                       | 0,037           | 0,027 | 0,000 | 0,07            | 0,010             |
|                                  | 07.06.2020 | 0,002                       | 0,023           | 0,026 | 0,000 | 0,04            | 0,018             |
|                                  | 08.06.2020 | 0,003                       | 0,008           | 0,025 | 0,000 | 0,00            | 0,026             |
|                                  | 09.06.2020 | 0,004                       | 0,020           | 0,028 | 0,000 | 0,03            | 0,022             |
|                                  | 10.06.2020 | 0,005                       | 0,033           | 0,015 | 0,000 | 0,02            | 0,020             |
|                                  | 11.06.2020 | 0,002                       | 0,017           | 0,016 | 0,000 | 0,01            | 0,012             |
|                                  | 12.06.2020 | 0,001                       | 0,017           | 0,015 | 0,000 | 0,02            | 0,011             |
|                                  | 13.06.2020 | 0,001                       | 0,017           | 0,013 | 0,000 | 0,04            | 0,010             |
|                                  | 14.06.2020 | 0,002                       | 0,017           | 0,008 | 0,000 | 0,03            | 0,017             |
|                                  | 15.06.2020 | 0,003                       | 0,016           | 0,003 | 0,000 | 0,03            | 0,023             |
|                                  | 16.06.2020 | 0,002                       | 0,024           | 0,011 | 0,000 | 0,02            | 0,028             |
|                                  | 17.06.2020 | 0,001                       | 0,031           | 0,003 | 0,000 | 0,06            | 0,017             |
|                                  | 18.06.2020 | 0,001                       | 0,007           | 0,006 | 0,000 | 0,02            | 0,016             |
|                                  | 19.06.2020 | 0,001                       | 0,008           | 0,002 | 0,000 | 0,01            | 0,009             |
|                                  | 20.06.2020 | 0,001                       | 0,003           | 0,004 | 0,000 | 0,02            | 0,012             |
|                                  | 21.06.2020 | 0,001                       | 0,004           | 0,005 | 0,000 | 0,03            | 0,011             |
|                                  | 22.06.2020 | 0,001                       | 0,006           | 0,006 | 0,000 | 0,04            | 0,010             |
|                                  | 23.06.2020 | 0,000                       | 0,006           | 0,004 | 0,000 | 0,06            | 0,007             |
|                                  | 24.06.2020 | 0,001                       | 0,016           | 0,008 | 0,000 | 0,09            | 0,009             |
|                                  | 25.06.2020 | 0,001                       | 0,018           | 0,012 | 0,000 | 0,06            | 0,006             |
|                                  | 26.06.2020 | 0,002                       | 0,008           | 0,005 | 0,000 | 0,01            | 0,010             |
|                                  | 27.06.2020 | 0,005                       | 0,017           | 0,004 | 0,000 | 0,02            | 0,019             |
|                                  | 28.06.2020 | 0,003                       | 0,016           | 0,005 | 0,000 | 0,01            | 0,019             |
| 29.06.2020                       | 0,002      | 0,014                       | 0,006           | 0,000 | 0,00  | 0,018           |                   |

| 1 | 2          | 3     | 4     | 5     | 6     | 7    | 8     |
|---|------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
|   | 30.06.2020 | 0,003 | 0,018 | 0,007 | 0,000 | 0,03 | 0,015 |
|   | 01.07.2020 | 0,001 | 0,019 | 0,01  | -     | 0,01 | 0,024 |
|   | 02.07.2020 | 0,002 | 0,011 | 0,01  | -     | 0,03 | 0,017 |
|   | 03.07.2020 | 0,002 | 0,018 | 0,005 | -     | 0,04 | 0,029 |
|   | 04.07.2020 | 0,003 | 0,030 | 0,01  | -     | 0,08 | 0,022 |
|   | 05.07.2020 | 0,003 | 0,036 | 0,11  | -     | 0,08 | 0,025 |
|   | 06.07.2020 | 0,002 | 0,042 | 0,013 | -     | 0,07 | 0,028 |
|   | 07.07.2020 | 0,001 | 0,020 | 0,018 | -     | 0,03 | 0,041 |
|   | 08.07.2020 | 0,003 | 0,020 | 0,009 | -     | 0,08 | 0,029 |
|   | 09.07.2020 | 0,003 | 0,015 | 0,006 | -     | 0,04 | 0,031 |
|   | 10.07.2020 | 0,002 | 0,014 | 0,01  | -     | 0,07 | 0,028 |
|   | 11.07.2020 | 0,004 | 0,01  | 0,016 | -     | 0,10 | 0,022 |
|   | 12.07.2020 | 0,003 | 0,007 | 0,009 | -     | 0,08 | 0,025 |
|   | 13.07.2020 | 0,002 | 0,004 | 0,003 | -     | 0,08 | 0,028 |
|   | 14.07.2020 | 0,002 | 0,008 | 0,009 | -     | 0,05 | 0,022 |
|   | 15.07.2020 | 0,002 | 0,003 | 0,005 | -     | 0,02 | 0,018 |
|   | 16.07.2020 | 0,001 | 0,000 | 0,004 | -     | 0,01 | 0,041 |
|   | 17.07.2020 | 0,003 | 0,007 | 0,004 | -     | 0,04 | 0,012 |
|   | 18.07.2020 | 0,003 | 0,011 | 0,001 | -     | 0,01 | 0,011 |
|   | 19.07.2020 | 0,004 | 0,017 | 0,01  | -     | 0,01 | 0,015 |
|   | 20.07.2020 | 0,007 | 0,024 | 0,02  | -     | 0,01 | 0,02  |
|   | 21.07.2020 | 0,003 | 0,029 | 0,005 | -     | 0,01 | 0,015 |
|   | 22.07.2020 | 0,001 | 0,021 | 0,005 | -     | 0,01 | 0,032 |
|   | 23.07.2020 | 0,002 | 0,020 | 0,011 | -     | 0,03 | 0,03  |
|   | 24.07.2020 | 0,002 | 0,007 | 0,003 | -     | 0,01 | 0,036 |
|   | 25.07.2020 | 0,001 | 0,005 | 0,003 | -     | 0,02 | 0,021 |
|   | 26.07.2020 | 0,001 | 0,007 | 0,003 | -     | 0,04 | 0,017 |
|   | 27.07.2020 | 0,001 | 0,007 | 0,002 | -     | 0,04 | 0,021 |
|   | 28.07.2020 | 0,000 | 0,007 | 0,001 | -     | 0,03 | 0,023 |
|   | 29.07.2020 | 0,001 | 0,006 | 0,006 | -     | 0,05 | 0,023 |
|   | 30.07.2020 | 0,001 | 0,008 | 0,005 | -     | 0,02 | 0,018 |
|   | 31.07.2020 | 0,003 | 0,013 | 0,009 | -     | 0,03 | 0,014 |
|   | 01.08.2020 | 0,004 | 0,021 | 0,005 | -     | 0,01 | 0,013 |
|   | 02.08.2020 | 0,004 | 0,017 | 0,01  | -     | 0,03 | 0,018 |
|   | 03.08.2020 | 0,003 | 0,01  | 0,015 | -     | 0,05 | 0,024 |
|   | 04.08.2020 | 0,002 | 0,03  | 0,009 | -     | 0,16 | 0,018 |
|   | 05.08.2020 | 0,002 | 0,01  | 0,013 | -     | 0,02 | 0,009 |
|   | 06.08.2020 | 0,002 | 0,005 | 0,006 | -     | 0,01 | 0,029 |
|   | 07.08.2020 | 0,002 | 0,012 | 0,004 | -     | 0,01 | 0,007 |
|   | 08.08.2020 | 0,005 | 0,013 | 0,005 | -     | 0,02 | 0,007 |
|   | 09.08.2020 | 0,004 | 0,009 | 0,004 | -     | 0,02 | 0,007 |
|   | 10.08.2020 | 0,003 | 0,005 | 0,003 | -     | 0,03 | 0,008 |
|   | 11.08.2020 | 0,002 | 0,01  | 0,002 | -     | 0,01 | 0,024 |
|   | 12.08.2020 | 0,002 | 0,008 | 0,003 | -     | 0,00 | 0,013 |
|   | 13.08.2020 | 0,004 | 0,011 | 0,008 | -     | 0,02 | 0,028 |

| 1 | 2          | 3     | 4     | 5     | 6 | 7    | 8     |
|---|------------|-------|-------|-------|---|------|-------|
|   | 14.08.2020 | 0,001 | 0,019 | 0,01  | - | 0,04 | 0,012 |
|   | 15.08.2020 | 0,002 | 0,044 | 0,005 | - | 0,01 | 0,005 |
|   | 16.08.2020 | 0,002 | 0,035 | 0,008 | - | 0,02 | 0,008 |
|   | 17.08.2020 | 0,001 | 0,028 | 0,01  | - | 0,02 | 0,011 |
|   | 18.08.2020 | 0,001 | 0,028 | 0,018 | - | 0,01 | 0,007 |
|   | 19.08.2020 | 0,001 | 0,03  | 0,019 | - | 0,04 | 0,012 |
|   | 20.08.2020 | 0,000 | 0,014 | 0,02  | - | 0,02 | 0,015 |
|   | 21.08.2020 | 0,000 | 0,01  | 0,007 | - | 0,03 | 0,011 |
|   | 22.08.2020 | 0,000 | 0,009 | 0,013 | - | 0,11 | 0,002 |
|   | 23.08.2020 | 0,000 | 0,009 | 0,009 | - | 0,07 | 0,01  |
|   | 24.08.2020 | 0,000 | 0,008 | 0,006 | - | 0,01 | 0,008 |
|   | 25.08.2020 | 0,000 | 0,028 | 0,02  | - | 0,03 | 0,009 |
|   | 26.08.2020 | 0,000 | 0,022 | 0,024 | - | 0,02 | 0,018 |
|   | 27.08.2020 | 0,001 | 0,005 | 0,002 | - | 0,01 | 0,016 |
|   | 28.08.2020 | 0,002 | 0,031 | 0,018 | - | 0,02 | 0,017 |
|   | 29.08.2020 | 0,001 | 0,018 | 0,007 | - | 0,02 | 0,009 |
|   | 30.08.2020 | 0,001 | 0,018 | 0,014 | - | 0,02 | 0,005 |
|   | 31.08.2020 | 0,000 | 0,018 | 0,018 | - | 0,02 | 0,02  |

Таблица 9 - Концентрация ЗВ на ПНЗ-3 в зимний период 2020-2021 гг.

| станция                     | дата       | вид ЗВ (в мг/м <sup>3</sup> ) |       |       |       |       |       |
|-----------------------------|------------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                             |            | 3                             | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |
| ПНЗ-3<br>ул. Мира<br>д. 100 | зима       | SO2                           | NO2   | NO    | HF    | NH3   | CH2O  |
|                             | 01.12.2020 | 0,001                         | 0,009 | -     | 0,003 | 0,02  | 0     |
|                             | 02.12.2020 | 0,001                         | 0,007 | -     | 0,004 | 0,03  | 0,002 |
|                             | 03.12.2020 | 0                             | 0,005 | -     | 0,004 | 0,03  | 0,004 |
|                             | 04.12.2020 | 0,003                         | 0,012 | -     | 0,005 | 0,04  | 0,008 |
|                             | 05.12.2020 | 0,005                         | 0,017 | -     | 0,008 | 0,03  | 0,004 |
|                             | 06.12.2020 | 0,005                         | 0,013 | -     | 0,009 | 0,03  | 0,007 |
|                             | 07.12.2020 | 0,004                         | 0,008 | -     | 0,01  | 0,02  | 0,008 |
|                             | 08.12.2020 | 0,002                         | 0,011 | -     | 0,012 | 0,02  | 0,003 |
|                             | 09.12.2020 | 0,002                         | 0,017 | -     | 0,008 | 0,01  | 0,003 |
|                             | 10.12.2020 | 0,002                         | 0,016 | -     | 0,008 | 0,03  | 0,012 |
|                             | 11.12.2020 | 0,005                         | 0,032 | -     | 0,009 | 0     | 0,007 |
|                             | 12.12.2020 | 0,001                         | 0,076 | -     | 0,007 | 0     | 0,01  |
|                             | 13.12.2020 | 0,002                         | 0,046 | -     | 0,006 | 0,005 | 0,008 |
|                             | 14.12.2020 | 0,003                         | 0,013 | -     | 0,005 | 0,01  | 0,004 |
|                             | 15.12.2020 | 0,001                         | 0,006 | -     | 0,004 | 0     | 0,001 |
|                             | 16.12.2020 | 0,002                         | 0,016 | -     | 0,006 | 0,01  | 0,004 |
|                             | 17.12.2020 | 0,002                         | 0,002 | -     | 0,004 | 0,01  | 0,013 |
|                             | 18.12.2020 | 0,001                         | 0,006 | -     | 0,003 | 0,01  | 0,005 |
|                             | 19.12.2020 | 0,002                         | 0,008 | -     | 0,004 | 0,02  | 0,004 |
|                             | 20.12.2020 | 0,002                         | 0,006 | -     | 0,004 | 0,02  | 0,003 |
| 21.12.2020                  | 0,001      | 0,002                         | -     | 0,003 | 0,01  | 0,002 |       |



| 1 | 2          | 3     | 4     | 5 | 6     | 7    | 8     |
|---|------------|-------|-------|---|-------|------|-------|
|   | 22.12.2020 | 0,003 | 0,005 | - | 0,002 | 0,08 | 0,003 |
|   | 23.12.2020 | 0,002 | 0,013 | - | 0,002 | 0,07 | 0,002 |
|   | 24.12.2020 | 0,001 | 0,005 | - | 0,01  | 0,04 | 0     |
|   | 25.12.2020 | 0,001 | 0,017 | - | 0,009 | 0,01 | 0,002 |
|   | 26.12.2020 | 0,001 | 0,003 | - | 0,008 | 0,03 | 0,003 |
|   | 27.12.2020 | 0,002 | 0,015 | - | 0,007 | 0,03 | 0,004 |
|   | 28.12.2020 | 0,003 | 0,026 | - | 0,006 | 0,02 | 0,005 |
|   | 29.12.2020 | 0,002 | 0,003 | - | 0,003 | 0,02 | 0,004 |
|   | 30.12.2020 | 0,002 | 0,011 | - | 0,006 | 0,01 | 0,004 |
|   | 31.12.2020 | -     | -     | - | -     | -    | -     |
|   | 01.01.2021 | -     | -     | - | -     | -    | -     |
|   | 02.01.2021 | -     | -     | - | -     | -    | -     |
|   | 03.01.2021 | -     | -     | - | -     | -    | -     |
|   | 04.01.2021 | -     | -     | - | -     | -    | -     |
|   | 05.01.2021 | -     | -     | - | -     | -    | -     |
|   | 06.01.2021 | -     | -     | - | -     | -    | -     |
|   | 07.01.2021 | -     | -     | - | -     | -    | -     |
|   | 08.01.2021 | -     | -     | - | -     | -    | -     |
|   | 09.01.2021 | 0,004 | 0,009 | - | 0,002 | 0,01 | 0,037 |
|   | 10.01.2021 | 0,002 | 0,007 | - | 0,005 | 0,01 | 0,027 |
|   | 11.01.2021 | 0     | 0,005 | - | 0,007 | 0,01 | 0,018 |
|   | 12.01.2021 | 0,001 | 0,011 | - | 0,006 | 0,01 | 0,028 |
|   | 13.01.2021 | 0,002 | 0,011 | - | 0,006 | 0,01 | 0,024 |
|   | 14.01.2021 | 0,002 | 0,005 | - | 0,002 | 0    | 0,02  |
|   | 15.01.2021 | 0,002 | 0,01  | - | 0,003 | 0,01 | 0,015 |
|   | 16.01.2021 | 0,001 | 0,009 | - | 0,003 | 0,02 | 0,001 |
|   | 17.01.2021 | 0,001 | 0,006 | - | 0,006 | 0,03 | 0,002 |
|   | 18.01.2021 | 0,001 | 0,003 | - | 0,009 | 0,03 | 0,003 |
|   | 19.01.2021 | 0     | 0,005 | - | 0,006 | 0,03 | 0,006 |
|   | 20.01.2021 | 0     | 0,008 | - | 0,009 | 0,01 | 0,008 |
|   | 21.01.2021 | 0,001 | 0,001 | - | 0,006 | 0,01 | 0,008 |
|   | 22.01.2021 | 0,001 | 0,031 | - | 0,005 | 0,05 | 0,006 |
|   | 23.01.2021 | 0,002 | 0,001 | - | 0,005 | 0    | 0,008 |
|   | 24.01.2021 | 0,002 | 0,006 | - | 0,006 | 0,01 | 0,007 |
|   | 25.01.2021 | 0,002 | 0,011 | - | 0,007 | 0,01 | 0,006 |
|   | 26.01.2021 | 0,002 | 0,01  | - | 0,011 | 0,07 | 0,004 |
|   | 27.01.2021 | 0,004 | 0,007 | - | 0,006 | 0,02 | 0,004 |
|   | 28.01.2021 | 0,003 | 0,006 | - | 0,006 | 0,04 | 0,01  |
|   | 29.01.2021 | 0,004 | 0,01  | - | 0,014 | 0,05 | 0,026 |
|   | 30.01.2021 | 0,001 | 0,01  | - | 0,008 | 0,04 | 0,045 |
|   | 31.01.2021 | 0,004 | 0,01  | - | 0,007 | 0,06 | 0,004 |
|   | 01.02.2021 | 0,001 | 0,007 | - | 0,012 | 0,03 | 0,007 |
|   | 02.02.2021 | 0,001 | 0,013 | - | 0,006 | 0,03 | 0,006 |
|   | 03.02.2021 | 0,002 | 0,012 | - | 0,006 | 0,08 | 0,017 |
|   | 04.02.2021 | 0,004 | 0,004 | - | 0,004 | 0,01 | 0,011 |

| 1 | 2          | 3     | 4     | 5 | 6     | 7    | 8     |
|---|------------|-------|-------|---|-------|------|-------|
|   | 05.02.2021 | 0,005 | 0,002 | - | 0,006 | 0,02 | 0,006 |
|   | 06.02.2021 | 0,004 | 0,007 | - | 0,006 | 0,03 | 0,006 |
|   | 07.02.2021 | 0,005 | 0,013 | - | 0,006 | 0,03 | 0,009 |
|   | 08.02.2021 | 0,005 | 0,02  | - | 0,005 | 0,03 | 0,011 |
|   | 09.02.2021 | 0,004 | 0,006 | - | 0,008 | 0,03 | 0,005 |
|   | 10.02.2021 | 0,004 | 0,008 | - | 0,008 | 0,04 | 0,005 |
|   | 11.02.2021 | 0,003 | 0,003 | - | 0,003 | 0,07 | 0,007 |
|   | 12.02.2021 | 0,003 | 0,006 | - | 0,004 | 0,02 | 0,02  |
|   | 13.02.2021 | 0,004 | 0,011 | - | 0,003 | 0,04 | 0,011 |
|   | 14.02.2021 | 0,002 | 0,006 | - | 0,001 | 0,01 | 0,004 |
|   | 15.02.2021 | 0,003 | 0     | - | 0,005 | 0,05 | 0,007 |
|   | 16.02.2021 | 0     | 0,014 | - | 0,003 | 0,05 | 0,005 |
|   | 17.02.2021 | 0,006 | 0,034 | - | 0,006 | 0,04 | 0,007 |
|   | 18.02.2021 | 0,004 | 0,008 | - | 0,001 | 0,14 | 0,004 |
|   | 19.02.2021 | 0,003 | 0,01  | - | 0,004 | 0,03 | 0,008 |
|   | 20.02.2021 | 0,003 | 0,017 | - | 0,004 | 0,03 | 0,009 |
|   | 21.02.2021 | 0,004 | 0,016 | - | 0,005 | 0,03 | 0,009 |
|   | 22.02.2021 | 0,004 | 0,013 | - | 0,005 | 0,02 | 0,008 |
|   | 23.02.2021 | 0,003 | 0,014 | - | 0,003 | 0,02 | 0,014 |
|   | 24.02.2021 | 0,002 | 0,007 | - | 0     | 0,01 | 0,015 |
|   | 25.02.2021 | 0,002 | 0,004 | - | 0,002 | 0,01 | 0,011 |
|   | 26.02.2021 | 0     | 0,015 | - | 0,006 | 0,01 | 0,009 |
|   | 27.02.2021 | 0,001 | 0,005 | - | 0,005 | 0,03 | 0,009 |
|   | 28.02.2021 | 0     | 0,005 | - | 0,005 | 0,03 | 0     |

Таблица 10 - Концентрация ЗВ на ПНЗ-4 в зимний период 2020-2021 гг.

| станция                          | дата       | вид ЗВ (в мг/м <sup>3</sup> ) |       |       |    |       |       |
|----------------------------------|------------|-------------------------------|-------|-------|----|-------|-------|
|                                  |            | SO2                           | NO2   | NO    | HF | NH3   | CH2O  |
| ПНЗ-4<br>ул. Ярославская<br>д.10 | зима       |                               |       |       |    |       |       |
|                                  | 01.12.2020 | 0,001                         | 0,005 | 0,008 | -  | 0,01  | 0,004 |
|                                  | 02.12.2020 | 0,001                         | 0,01  | 0,004 | -  | 0,02  | 0,001 |
|                                  | 03.12.2020 | 0,001                         | 0,007 | 0,013 | -  | 0,03  | 0,003 |
|                                  | 04.12.2020 | 0,008                         | 0,009 | 0,008 | -  | 0,02  | 0,005 |
|                                  | 05.12.2020 | 0,01                          | 0,007 | 0,015 | -  | 0,03  | 0,006 |
|                                  | 06.12.2020 | 0,006                         | 0,017 | 0,032 | -  | 0,03  | 0,008 |
|                                  | 07.12.2020 | 0,002                         | 0,026 | 0,059 | -  | 0,02  | 0,011 |
|                                  | 08.12.2020 | 0,003                         | 0,012 | 0,008 | -  | 0,03  | 0,01  |
|                                  | 09.12.2020 | 0,003                         | 0,022 | 0,02  | -  | 0,02  | 0,008 |
|                                  | 10.12.2020 | 0,002                         | 0,022 | 0,019 | -  | 0,01  | 0,004 |
|                                  | 11.12.2020 | 0,001                         | 0,024 | 0,053 | -  | 0,01  | 0,012 |
|                                  | 12.12.2020 | 0,002                         | 0,023 | 0,049 | -  | 0,01  | 0,013 |
|                                  | 13.12.2020 | 0,002                         | 0,017 | 0,028 | -  | 0,01  | 0,011 |
|                                  | 14.12.2020 | 0,001                         | 0,011 | 0,017 | -  | 0,01  | 0,008 |
|                                  | 15.12.2020 | 0,004                         | 0,017 | 0,003 | -  | 0,01  | 0,008 |
| 16.12.2020                       | 0,002      | 0,021                         | 0,003 | -     | 0  | 0,005 |       |

| 1 | 2          | 3     | 4     | 5     | 6 | 7    | 8     |
|---|------------|-------|-------|-------|---|------|-------|
|   | 17.12.2020 | 0,004 | 0,018 | 0,004 | - | 0    | 0,004 |
|   | 18.12.2020 | 0,002 | 0,008 | 0,015 | - | 0,01 | 0,014 |
|   | 19.12.2020 | 0,001 | 0,006 | 0,015 | - | 0,02 | 0,015 |
|   | 20.12.2020 | 0,002 | 0,006 | 0,01  | - | 0,02 | 0,014 |
|   | 21.12.2020 | 0,002 | 0,006 | 0,005 | - | 0,01 | 0,013 |
|   | 22.12.2020 | 0,005 | 0,031 | 0,014 | - | 0,03 | 0,004 |
|   | 23.12.2020 | 0,003 | 0,018 | 0,013 | - | 0,06 | 0,002 |
|   | 24.12.2020 | 0,004 | 0,009 | 0,005 | - | 0,05 | 0,002 |
|   | 25.12.2020 | 0,002 | 0,014 | 0,007 | - | 0,03 | 0,003 |
|   | 26.12.2020 | 0,001 | 0,017 | 0,009 | - | 0,03 | 0,002 |
|   | 27.12.2020 | 0,001 | 0,02  | 0,018 | - | 0,02 | 0,003 |
|   | 28.12.2020 | 0,001 | 0,023 | 0,028 | - | 0,01 | 0,004 |
|   | 29.12.2020 | 0,002 | 0,014 | 0,015 | - | 0,03 | 0,003 |
|   | 30.12.2020 | 0,002 | 0,008 | 0,014 | - | 0,05 | 0,007 |
|   | 31.12.2020 | -     | -     | -     | - | -    | -     |
|   | 01.01.2021 | -     | -     | -     | - | -    | -     |
|   | 02.01.2021 | -     | -     | -     | - | -    | -     |
|   | 03.01.2021 | -     | -     | -     | - | -    | -     |
|   | 04.01.2021 | -     | -     | -     | - | -    | -     |
|   | 05.01.2021 | -     | -     | -     | - | -    | -     |
|   | 06.01.2021 | -     | -     | -     | - | -    | -     |
|   | 07.01.2021 | -     | -     | -     | - | -    | -     |
|   | 08.01.2021 | -     | -     | -     | - | -    | -     |
|   | 09.01.2021 | 0,003 | 0,006 | 0,006 | - | 0    | 0,013 |
|   | 10.01.2021 | 0,003 | 0,006 | 0,007 | - | 0,01 | 0,013 |
|   | 11.01.2021 | 0,002 | 0,005 | 0,009 | - | 0,01 | 0,013 |
|   | 12.01.2021 | 0,002 | 0,014 | 0,017 | - | 0,02 | 0,014 |
|   | 13.01.2021 | 0,003 | 0,008 | 0,011 | - | 0,02 | 0,017 |
|   | 14.01.2021 | 0,003 | 0,025 | 0,006 | - | 0,01 | 0,007 |
|   | 15.01.2021 | 0,004 | 0,011 | 0,021 | - | 0,02 | 0,009 |
|   | 16.01.2021 | 0,004 | 0,01  | 0,006 | - | 0,01 | 0,008 |
|   | 17.01.2021 | 0,003 | 0,01  | 0,007 | - | 0,01 | 0,006 |
|   | 18.01.2021 | 0,002 | 0,009 | 0,009 | - | 0,01 | 0,004 |
|   | 19.01.2021 | 0,001 | 0,006 | 0,006 | - | 0,01 | 0,003 |
|   | 20.01.2021 | 0,001 | 0,007 | 0,003 | - | 0    | 0,005 |
|   | 21.01.2021 | 0,001 | 0,006 | 0,004 | - | 0,08 | 0,006 |
|   | 22.01.2021 | 0,002 | 0,012 | 0,008 | - | 0,03 | 0,008 |
|   | 23.01.2021 | 0,002 | 0,005 | 0,006 | - | 0,02 | 0,003 |
|   | 24.01.2021 | 0,002 | 0,006 | 0,005 | - | 0,02 | 0,003 |
|   | 25.01.2021 | 0,001 | 0,006 | 0,004 | - | 0,02 | 0,003 |
|   | 26.01.2021 | 0,003 | 0,006 | 0,006 | - | 0,03 | 0,002 |
|   | 27.01.2021 | 0,004 | 0,003 | 0,011 | - | 0,02 | 0,006 |
|   | 28.01.2021 | 0,003 | 0,006 | 0,005 | - | 0,02 | 0,006 |
|   | 29.01.2021 | 0,002 | 0,009 | 0,005 | - | 0,02 | 0,008 |
|   | 30.01.2021 | 0,004 | 0,008 | 0,005 | - | 0,01 | 0,012 |

| 1 | 2          | 3     | 4     | 5     | 6 | 7    | 8     |
|---|------------|-------|-------|-------|---|------|-------|
|   | 31.01.2021 | 0,004 | 0,006 | 0,005 | - | 0,04 | 0,009 |
|   | 01.02.2021 | 0,003 | 0,004 | 0,005 | - | 0,07 | 0,007 |
|   | 02.02.2021 | 0,006 | 0,013 | 0,006 | - | 0,06 | 0,009 |
|   | 03.02.2021 | 0     | 0,012 | 0,005 | - | 0,04 | 0,014 |
|   | 04.02.2021 | 0,003 | 0,005 | 0     | - | 0    | 0,01  |
|   | 05.02.2021 | 0,004 | 0,01  | 0,015 | - | 0    | 0,007 |
|   | 06.02.2021 | 0,004 | 0,003 | 0,003 | - | 0,08 | 0,006 |
|   | 07.02.2021 | 0,004 | 0,005 | 0,006 | - | 0,06 | 0,006 |
|   | 08.02.2021 | 0,003 | 0,006 | 0,008 | - | 0,04 | 0,006 |
|   | 09.02.2021 | 0,001 | 0,006 | 0,007 | - | 0,04 | 0,002 |
|   | 10.02.2021 | 0,001 | 0,006 | 0,007 | - | 0,04 | 0,002 |
|   | 11.02.2021 | 0,004 | 0,007 | 0,003 | - | 0,02 | 0,004 |
|   | 12.02.2021 | 0,004 | 0,005 | 0,002 | - | 0,02 | 0,008 |
|   | 13.02.2021 | 0,005 | 0,014 | 0,003 | - | 0,01 | 0,012 |
|   | 14.02.2021 | 0,005 | 0,008 | 0,002 | - | 0,02 | 0,009 |
|   | 15.02.2021 | 0,005 | 0,003 | 0     | - | 0,02 | 0,006 |
|   | 16.02.2021 | 0,004 | 0,006 | 0,002 | - | 0,07 | 0,005 |
|   | 17.02.2021 | 0,002 | 0,01  | 0,005 | - | 0,02 | 0,004 |
|   | 18.02.2021 | 0,002 | 0,012 | 0,005 | - | 0,02 | 0,008 |
|   | 19.02.2021 | 0,004 | 0,001 | 0,004 | - | 0,05 | 0,006 |
|   | 20.02.2021 | 0,003 | 0,015 | 0,012 | - | 0,03 | 0,016 |
|   | 21.02.2021 | 0,004 | 0,026 | 0,01  | - | 0,02 | 0,017 |
|   | 22.02.2021 | 0,005 | 0,037 | 0,008 | - | 0,01 | 0,018 |
|   | 23.02.2021 | 0,004 | 0,027 | 0,006 | - | 0,02 | 0,014 |
|   | 24.02.2021 | 0,003 | 0,017 | 0,003 | - | 0,02 | 0,01  |
|   | 25.02.2021 | 0,001 | 0,023 | 0,009 | - | 0    | 0,007 |
|   | 26.02.2021 | 0,003 | 0,026 | 0,015 | - | 0,01 | 0,018 |
|   | 27.02.2021 | 0,001 | 0,018 | 0,012 | - | 0,03 | 0,021 |
|   | 28.02.2021 | 0,001 | 0,018 | 0,012 | - | 0,03 | 0,021 |