



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 «Сезонная изменчивость загрязнения воздуха в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга»

Исполнитель **Хорозов Глеб Петрович**
(фамилия, имя, отчество)

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

Крюкова Светлана Викторовна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
И. о. Заведующий кафедрой

(подпись)

кандидат физико-математических наук, доцент
Восканян Карина Левановна

«02» июня 2023 г.

Санкт-Петербург
2023

Содержание

Введение.....	3
1 Загрязнение атмосферы	5
1.1 Атмосфера, её состав и свойства	5
1.2 Загрязнение атмосферы, их виды и источники	6
1.3 Нормирование содержания вредных веществ в атмосфере	9
1.4 Метеорологические характеристики, влияющие на концентрацию загрязняющих веществ в атмосферном воздухе	11
2 Экологический мониторинг в Санкт-Петербурге	14
2.1 Автоматическая система мониторинга атмосферного воздуха в Санкт - Петербурге	14
2.2 Посты наблюдения за состоянием атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге.....	16
3 Анализ сезонной изменчивости загрязнения воздуха в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга.....	16
3.1 Общегеографическая и климатическая характеристика Санкт-Петербурга	16
3.2 Обзор Красногвардейского района Санкт-Петербурга.....	17
3.3 Анализ концентраций загрязняющих веществ	20
3.4 Анализ влияния метеорологических параметров на загрязнение воздуха	29
Заключение.....	36
Список литературы.....	37
Приложение.....	39

Введение

Интенсивный рост производства и расширение транспортных систем в мире оказывают значительное влияние на экологическое состояние окружающей среды. Это особенно очевидно для развивающихся стран, которые отличаются высокими темпами создания новых производственных мощностей. Увеличение выбросов вредных веществ в атмосферу неизбежно влечет за собой дисбаланс в экологическом состоянии промышленных регионов с возможными климатическими изменениями. В связи с этим в области охраны окружающей среды актуальны такие вопросы, как оценка загрязнения воздуха и подстилающей поверхности пассивными и активными аэрозольными выбросами, определение интенсивности и уровня загрязнения воздуха и воды, а также влияния выбросов на флору и фауну.

Основная причина загрязнения воздушного бассейна - это попадание физических, химических и биологических веществ, а также повышение естественного содержания их в воздухе. Источником этого загрязнения является деятельность человека и природные процессы.

Санкт-Петербург – мегаполис с быстрорастущим населением, поэтому очень важно отслеживать концентрацию загрязняющих веществ, попадающих в воздух.

Цель работы: оценить экологическую обстановку в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга.

Задачи работы:

- 1) Сформировать архив данных среднесуточных концентраций загрязняющих веществ и метеорологических параметров;
- 2) Построить графики распределения концентрации загрязняющих веществ за исследуемые периоды года;
- 3) Определить среднемесячный ход концентрации загрязняющих веществ;
- 4) Проанализировать полученные графики загрязняющих веществ;

б) Сравнить концентрацию загрязняющих веществ за летний и зимний сезоны в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга.

7) Проанализировать влияние метеорологических параметров на содержание веществ в атмосферном воздухе;

8) Сделать выводы по анализу данных.

Объектом исследования являются данные, полученные со станции экологического мониторинга воздуха №14 (Уткин пр., д.16).

Предметом исследования являются измерения концентраций загрязняющих веществ: CO, NO₂, O₃, PM₁₀ за два сезона (декабрь-февраль и июнь-август) 2021-2022 года.

Структура выпускной квалификационной работы: работа состоит из введения, трех глав, которые подразделены на подглавы, заключения, списка использованной литературы и приложения.

Первая глава посвящена составу атмосферы, загрязняющим веществам в ней и нормированию концентрации веществ в атмосфере. Вторая глава посвящена основам экологического мониторинга. Третья глава посвящена оценке экологической обстановки в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга. В заключение работы сделаны основные выводы по результатам исследования.

1 Загрязнение атмосферы

1.1 Атмосфера, её состав и свойства

Атмосфера — газообразная оболочка Земли массой $5,157 \cdot 10^{15}$ т, состоящая из смеси различных газов, водяных паров и пыли.

Для атмосферы характерно слоистое строение. Нижний слой воздуха - тропосфера. Над тропосферой расположена стратосфера. Переходной слой, разделяющий тропосферу и стратосферу, носит название тропопауза. Также выделяют мезосферу, которая от стратосферы отделяется стратопаузой, ионосферу, экзосферу.

Тропосфера. Высота от 10 до 15 км. Здесь содержится большая часть массы атмосферы и водяного пара. В тропосфере преобладают горизонтальные движения. В этом слое происходят процессы, формирующие погоду и климат планеты.

Стратосфера. Высота до 40 км. В этом слое находится большая часть озона, который поглощает большинство ультрафиолетовой радиации.

Мезосфера. Высота слоя от 40 до 90 км. С высотой температура падает. В этом слое наблюдаются серебристые облака. Состоят они из кристалликов льда.

Ионосфера. Высота от 48 до 965 км. В этом слое значительное повышение температуры с высотой. Представляет собой сильно ионизированный слой, защищает землю от космической радиации, влияет на поглощение и отражение радиоволн.

Экзосфера. Верхний слой атмосферы, простирающийся до высоты 10 000 км. Высота нижней границы экзосферы непостоянна и зависит от солнечной активности. При высокой солнечной активности увеличивается толщина нижележащего слоя - ионосферы, а значит и растёт нижняя высота экзосферы. При низкой солнечной активности нижняя граница экзосферы уменьшается. Для экзосферы характерны полярные сияния.

В составе атмосферного воздуха принято выделять:

1. Постоянные вещества.

2. Непостоянные – примеси природного происхождения и примеси, вносимые деятельностью человека.

К постоянным веществам относятся азот, кислород, аргон и углекислый газ.

Атмосфера Земли состоит из различных газов, преимущественно азота (N_2) и кислорода (O_2), а также множества других газов в незначительных количествах. Общий газовый состав атмосферы на уровне моря:

- Азот (N_2): примерно 78%;
- Кислород (O_2): примерно 21%;
- Аргон (Ar): около 0,93%;
- Углекислый газ (CO_2): около 0,04%;
- Неон (Ne), гелий (He), криптон (Kr) и другие инертные газы: в сумме около 0,002%;
- Метан (CH_4): около 0,0002%;
- Водяной пар (H_2O): изменчивое количество в зависимости от местности и условий.

Это лишь некоторые основные газы, присутствующие в атмосфере Земли. Однако есть и другие газы, такие как оксиды азота (NO_x), озон (O_3) и другие вещества, которые играют важную роль в атмосферных процессах и климатических изменениях. Точный газовый состав может варьироваться в разных регионах и на разных высотах в атмосфере.

1.2 Загрязнение атмосферы, их виды и источники

Загрязнение атмосферы - это изменение ее состава и свойств при попадании в неё вредного или же избыточного количества веществ, включая газы, частицы и биологические молекулы. Загрязнение оказывает негативное воздействие на здоровье человека и животных, состояние растений и экосистем.

Все источники загрязнения делятся на 2 вида:

- 1) естественные;
- 2) антропогенные.

Антропогенные источники полностью зависят от деятельности человека, в отличие от естественных источников.

Некоторые источники естественного загрязнения:

- 1) воздушная эрозия почвы;
- 2) лесные пожары;
- 3) вулканические извержения;
- 4) пылевые бури;
- 5) разложение растений и животных;
- 6) сгорание метеоритов, приносящих небольшое количество космической пыли.

К антропогенным источникам загрязнения атмосферы можно отнести следующие виды:

- 1) Выбросы, связанные с металлургической, топливной, энергетической, машиностроительной, нефтедобывающей и перерабатывающей промышленностью.
- 2) Биологические отходы, происходящие от животноводства.
- 3) Выхлопные газы, выделяемые автомобилями.
- 4) Использование дров в качестве источника отопления для жилых домов.

Источники загрязнения атмосферы можно классифицировать на химические, физические и биологические формы.

Химические загрязнители включают разнообразные химические вещества, в том числе синтетические соединения, которые представляют опасность для окружающей среды. Среди них можно выделить оксиды и двуокись углерода, диоксид серы, оксиды азота, озон, углеводороды, аммиак и тяжелые металлы. Воздействие этих газов может, например, привести к разрушению озонового слоя путем расщепления трехатомной структуры кислорода, что вызывает образование озоновых дыр. Разрушение озонового

слоя негативно сказывается на климатических условиях на планете. Примерами химических загрязнителей являются выбросы фреона и газа из аэрозольных баллончиков, кондиционеров и холодильных установок [1].

Физические загрязнители включают в себя твердые тела, такие как сажа, пепел и пыль, а также громкие звуки, пар и радиоволны.

Биологическое загрязнение атмосферы охватывает вирусы, патогенные бактерии, грибные споры и токсины, которые могут быть произведены животными или растениями. Попадание биологических загрязнителей в атмосферу может происходить в результате развития вегетативных процессов, при которых создаются благоприятные условия. Такие загрязнители обычно оказывают локальное воздействие на ограниченной территории.

Основные загрязняющие вещества: CO, CO₂, SO₂, NO_x, углеводороды.

Оксид углерода (CO) - это бесцветный газ, не обладающий запахом. Он образуется в результате неполного сгорания ископаемого топлива (угля, газа, нефти) при недостатке кислорода и низкой температуре. Присутствие оксида углерода способствует усилению парникового эффекта на планете.

Двуокись углерода (CO₂) - это бесцветный газ с характерным кислотным запахом и вкусом, который образуется при полном окислении углерода. Он также является одним из парниковых газов.

Диоксид серы (SO₂) возникает при сгорании ископаемых топлив, содержащих серу, особенно угля, а также при переработке руд с высоким содержанием серы. Этот газ играет роль в образовании кислотных дождей.

Оксиды азота - это газообразные вещества, которые образуются при сгорании топлива при очень высоких температурах и избытке кислорода. Они также могут быть образованы предприятиями, занимающимися производством азотных удобрений, азотной кислоты, нитратов, анилиновых красителей и нитросоединений.

Углеводороды - это химические соединения, состоящие из углерода и водорода. Включают в себя тысячи различных веществ, которые являются загрязнителями атмосферы и содержатся в несгоревшем бензине, жидкостях,

используемых в химической чистке, промышленных растворителях и других источниках.

1.3 Нормирование содержания вредных веществ в атмосфере

Нормирование содержания вредных веществ в атмосфере является важным аспектом охраны окружающей среды и обеспечения здоровья людей. Это осуществляется путём установления предельно допустимых концентраций (ПДК) для различных веществ, которые определяют максимально допустимые уровни их присутствия в воздухе.

ПДК представляет собой концентрацию вредного вещества, при которой считается, что оно не оказывает негативного воздействия на здоровье людей и окружающую среду. Установление норм ПДК осуществляется на основе научных исследований, экспертных оценок и законодательных актов.

Нормы ПДК разрабатываются для широкого спектра вредных веществ, включая токсичные химические вещества, тяжёлые металлы, газы, пары и аэрозоли. Они устанавливаются в зависимости от типа вещества, его токсичности, дозы, частоты и продолжительности воздействия.

Установление и соблюдение норм ПДК осуществляются в строгом соответствии с законодательством и контролируются соответствующими органами и службами, ответственными за санитарно-эпидемиологический контроль. Они проводят регулярные мониторинговые исследования атмосферного воздуха для определения концентраций вредных веществ и обеспечения их соответствия установленным нормам.

Нормирование содержания вредных веществ в атмосфере имеет целью минимизировать негативные последствия их воздействия на здоровье людей, животных и окружающую среду, а также способствовать устойчивому развитию и экологической безопасности.

Применительно к атмосфере выделяют два вида ПДК:

Предельно допустимая концентрация вредного вещества в атмосфере в течение суток (ПДК_{сс}) определяется таким уровнем, при котором отсутствуют негативные последствия для здоровья человека и его потомства при продолжительном воздействии без ограничений по времени.

Предельно допустимая концентрация вредного вещества в атмосфере при однократном воздействии (ПДК_{мр}) определяется таким уровнем, при котором отсутствует заметное раздражение при воздействии на человека в течение 20-30 минут.

Таблица 1- Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в РФ

№	Загрязняющее вещество	ПДК _{сс} , мг/м ³	ПДК _{мр} , мг/м ³	Класс опасности
1	Оксид углерода	3	5	4
2	Диоксид азота	0,04	0,2	2
3	Оксид азота	0,06	0,4	3
4	Диоксид серы	0,05	0,5	3
5	Аммиак	0,04	0,2	4
6	Озон	0,03	0,16	1
7	Взвешенные частицы	0,15	0,5	3

Класс опасности — условная величина, которая характеризует степень опасности для человека загрязняющих веществ.

По степени воздействия на организм загрязняющие вещества подразделяют на четыре класса опасности::

- 1 класс - чрезвычайно опасные (ПДК менее 0,1 мг/м³);
- 2 класс - высоко опасные (ПДК_{рз} 0,1–1 мг/м³);
- 3 класс - умеренно опасные (ПДК_{рз} 1,1–10 мг/м³);
- 4 класс – малоопасные (ПДК_{рз} более 10 мг/м³).

ПДК_{рз} - предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны.

Классы опасности загрязняющих веществ определяются в соответствии с санитарными правилами [2].

1.4 Метеорологические характеристики, влияющие на концентрацию загрязняющих веществ в атмосферном воздухе

1) Температура. Температура воздуха играет важную роль в определении климатических условий. В некоторых случаях урбанизация оказывает влияние на температурный режим. В холодные зимы город становится своеобразным "островом тепла" из-за интенсивного отопления зданий, а летом городские структуры и дорожные покрытия, подверженные солнечному нагреву, могут стать дополнительным источником повышения окружающей температуры. Повышение температуры воздуха зачастую приводит к загрязнению. Это связано с ростом числа источников загрязнения (как техногенных, так и природных), особенно в летний сезон, а также с увеличением концентрации вредных и опасных веществ.

2) Ветер. При низкой скорости ветра (1-3м/с) или безветрии концентрация веществ в атмосферном воздухе будет намного выше, чем при высокой скорости. Наличие усиления ветра всегда благоприятно влияет на качество атмосферного воздуха и способствует снижению загрязнения. Ветровой режим в Санкт-Петербурге характеризуется низкими скоростями, и его очищающий эффект проявляется время от времени.

3) Осадки. Осадки играют значительную роль в формировании концентрации загрязнений в атмосфере. Количество осадков измеряется в виде слоя жидкой воды, который образовался бы после выпадения осадков на горизонтальную непроницаемую поверхность. Интенсивность осадков отражает количество осадков, выпавших за определенный период времени. Количество, интенсивность, продолжительность и частота осадков могут значительно влиять на состав, количество и концентрацию примесей в атмосфере. Осадки оказывают важное воздействие на качество атмосферного воздуха путем удаления вредных примесей из воздуха и снижения их концентрации. Однако иногда выпадение "кислотных" дождей может наносить

вред растительности и почве. Эффективное очищение воздуха от загрязняющих веществ начинает проявляться при осадках объемом 5 мм и более за сутки.

4) Инверсии температуры. По метеорологическому словарю, приземная инверсия представляет собой инверсию температуры, которая начинается непосредственно от поверхности земли и обычно возникает в результате охлаждения воздуха в ясные и безветренные ночи за счёт излучения тепла от земли [3]. Инверсии температуры воздуха относятся к метеорологическим явлениям, которые затрудняют рассеивание вредных выбросов в атмосфере и особенно вертикальное перемешивание воздуха. В нижнем слое атмосферы возникают стагнационные явления, естественным образом ограничивающие объем воздуха, в который попадают примеси из различных источников, и приводящие к увеличению загрязнения. С экологической точки зрения неблагоприятное воздействие инверсий заключается в их способности "задерживать" вредные примеси в атмосфере, что приводит к увеличению их концентрации. Чем чаще и сильнее проявляются инверсии и слои задержки, тем ниже качество воздуха над городом. Приземные инверсии обычно создают неблагоприятные условия для рассеивания примесей от низкорасположенных источников, в то время как поднятые инверсии способствуют повышенному уровню загрязнения воздуха вредными примесями от высокорасположенных источников. Увеличение числа инверсий обычно наблюдается в условиях антициклонической погоды. Инверсии разрушаются при появлении сильных ветров и циклонической погоды. Частота приземных инверсий намного ниже в дневное время, чем в ночное.

5) Туманы. Туман представляет собой скопление конденсированных продуктов (капель или кристаллов, или их комбинации) воздуха, образующихся над поверхностью земли. При образовании тумана и сопутствующей ему дымке происходит поглощение вредных примесей каплями воды, выбрасываемых промышленными предприятиями и автотранспортом. Эти примеси вместе с каплями задерживаются в нижнем слое воздуха и при продолжительном воздействии могут нанести вред здоровью человека. Особенно опасны факелы

выбросов, находящиеся над туманами, которые в условиях слабого ветра и штилевой погоды опускаются прямо в нижний слой воздуха. Ситуация с загрязнением окружающей среды может ухудшиться при наличии инверсии температуры. Поэтому в нижнем слое воздуха при образовании туманов концентрация вредных веществ значительно возрастает, а также происходит качественное изменение состава примесей.

б) Давление. Циркуляционные условия, стратификация атмосферы, характер погоды и климатический режим в значительной мере определяются распределением, интенсивностью, продолжительностью и частотой изменения атмосферного давления.

Наиболее неблагоприятным для экологического состояния воздушного бассейна над определённой территорией является установление высокого давления на длительное время. Это обычно сопровождается целым комплексом атмосферных явлений, таких как слабый ветер, инверсии, дымка и туманы, которые препятствуют рассеиванию вредных примесей и свободному воздухообмену. Характерная солнечная антициклональная погода может также способствовать образованию фотохимического смога при большом объеме выбросов автомобильных выхлопных газов. При этом в тёплый период образуется повышенный температурный режим, из-за которого образуются дополнительные химические реакции [3].

Для территории Санкт-Петербурга характерна высокая изменчивость атмосферного давления во времени с широким диапазоном изменений, что обусловлено интенсивной циклонической активностью.

2 Экологический мониторинг в Санкт-Петербурге

2.1 Автоматическая система мониторинга атмосферного воздуха в Санкт - Петербурге

В Санкт-Петербурге функционирует автоматизированная система мониторинга атмосферного воздуха, которая соответствует международным стандартам и требованиям. В рамках установленной программы основные загрязняющие вещества (монооксид углерода, оксиды и диоксид азота, диоксид серы, озон, твёрдые частицы различных фракций) измеряются в режиме реального времени на мониторинговых станциях. Для определения концентраций оксидов азота и озона используются газоанализаторы, работающие на основе методов хемилюминесценции и поглощения ультрафиолетового излучения.

Основной информацией, получаемой от автоматизированной системы мониторинга, являются значения концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, усреднённые за 20 минут. Для математической обработки полученных первичных данных используется специализированное программное обеспечение, включающее систему управления базой данных и соответствующий программный комплекс.

В Санкт-Петербурге действует 25 автоматических станций мониторинга и 9 постов наблюдения. Зелёным цветом отмечены посты наблюдения, синим автоматические станции мониторинга (см. рис.1).

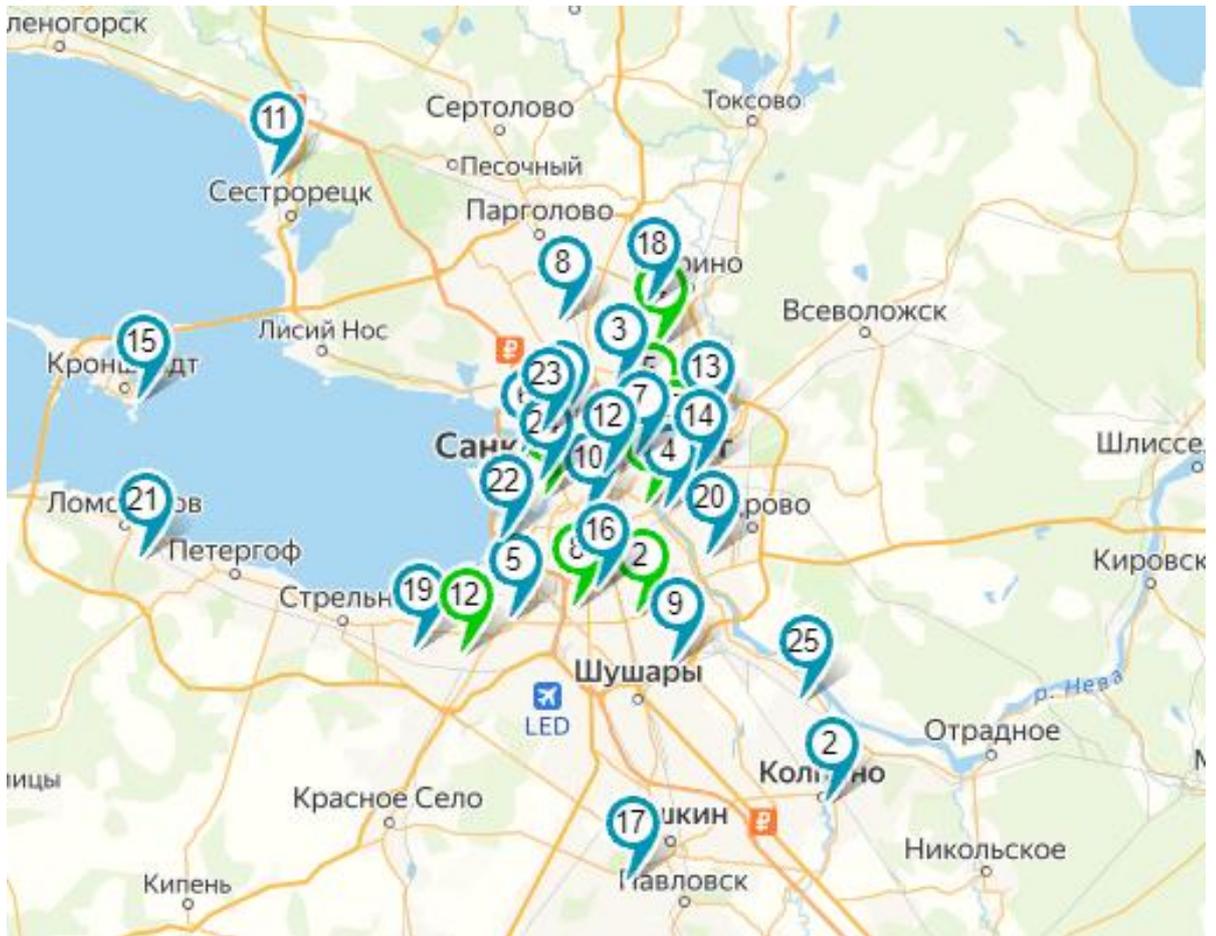


Рисунок 1. Расположение постов наблюдения и автоматических станций на карте города

2.2 Посты наблюдения за состоянием атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге



Рисунок 2. Схема расположения постов мониторинга атмосферного воздуха на территории Санкт-Петербурга

В различных административных районах города Санкт-Петербург расположены фиксированные пункты, где систематически осуществляется мониторинг загрязнения атмосферного воздуха.

Правила и программы работы на стационарных постах наблюдений в Санкт-Петербурге определены в Руководстве по контролю загрязнения атмосферы РД 52.04.186-89.

3 Анализ сезонной изменчивости загрязнения воздуха в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга

3.1 Общегеографическая и климатическая характеристика Санкт-Петербурга

Санкт-Петербург - это важный город в России, который известен своими культурными, научными и промышленными достижениями. Он также является транспортным центром в северо-западной части страны. Город расположен на

северо-западе России, где река Нева впадает в Балтийское море. Санкт-Петербург состоит из 42 островов и имеет различные высоты над уровнем моря, самая высокая точка - Дудергофские высоты. Границы города простираются на 32 километра с севера на юг в пределах кольцевой автодороги, а за пределами города протяженность составляет около 90 километров. Географический центр города находится в Финском заливе. Из-за своего положения в высоких широтах город имеет белые ночи.

Климат Санкт-Петербурга является умеренным и сочетает черты морского и континентального климатов. Зимы в городе умеренно мягкие, а лето умеренно тёплое.

Температурный режим Санкт-Петербурга определяется главным образом воздействием двух факторов: радиационного режима и циркуляции атмосферы. Проникновение атлантических воздушных масс, преимущественно с юго-запада и запада, обычно сопровождается ветреной пасмурной погодой, в то время как радиационный фактор более заметен в периоды антициклонов при ясной и безветренной погоде.

Для города характерна высокая влажность, в среднем 85%.

Город находится в зоне избыточного увлажнения. Количество осадков определяется интенсивностью деятельности циклонов.

3.2 Обзор Красногвардейского района Санкт-Петербурга

Красногвардейский район расположен на северо-востоке Санкт-Петербурга (см. рис.3). На его территории расположено около 50 промышленных предприятий. Также по территории района проложены железнодорожные пути и КАД. Здесь протекает река Охта, Нева и Оккервиль.

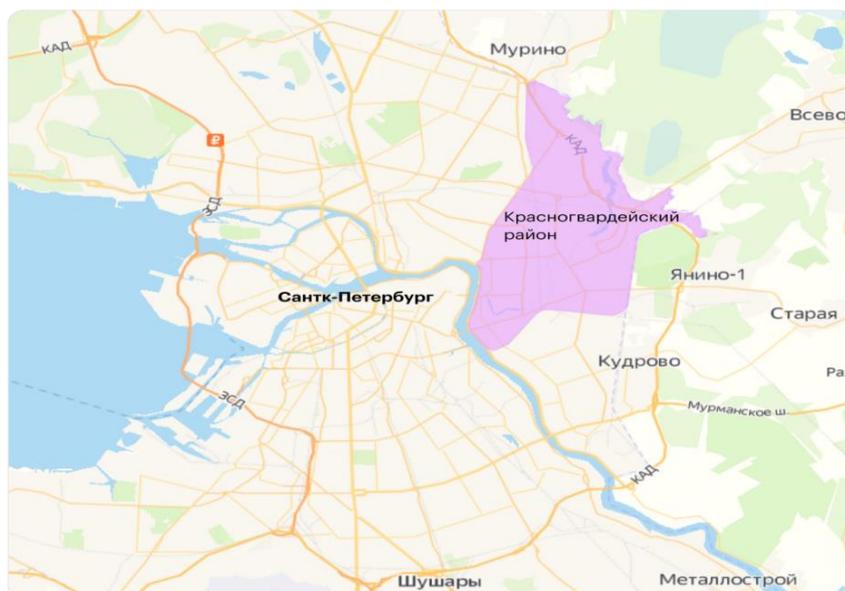


Рисунок 3. Расположение района на карте города

В Красногвардейском районе расположены три автоматизированные станции экологического мониторинга воздуха. Для данного исследования выбрана станция №14, расположенная по адресу Уткин пр., д.16 (см. рис.4).

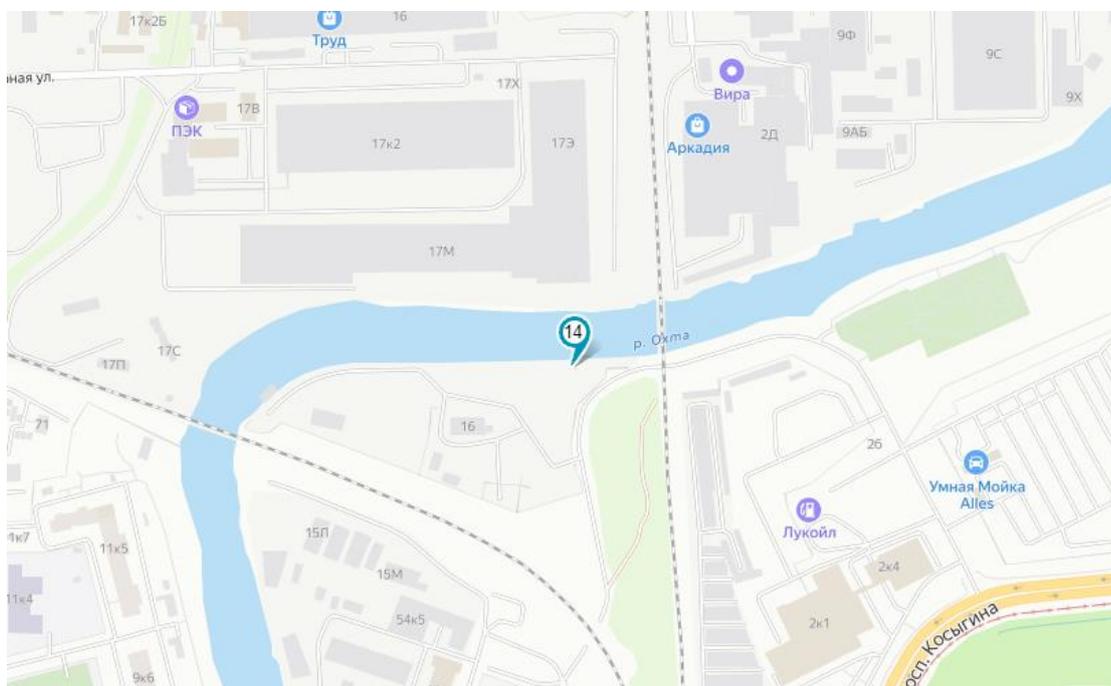


Рисунок 4. Расположение автоматической станции мониторинга №14

Станция №14 расположена недалеко от метро Ладужский вокзал. Около станции проходят железнодорожные пути. Неподалёку находятся предприятия

по производству ПВХ окон, красок и лака, а также выплавке металлоконструкций. На карте отображено расположение АСМ и ближайших предприятий (см. рис.5).

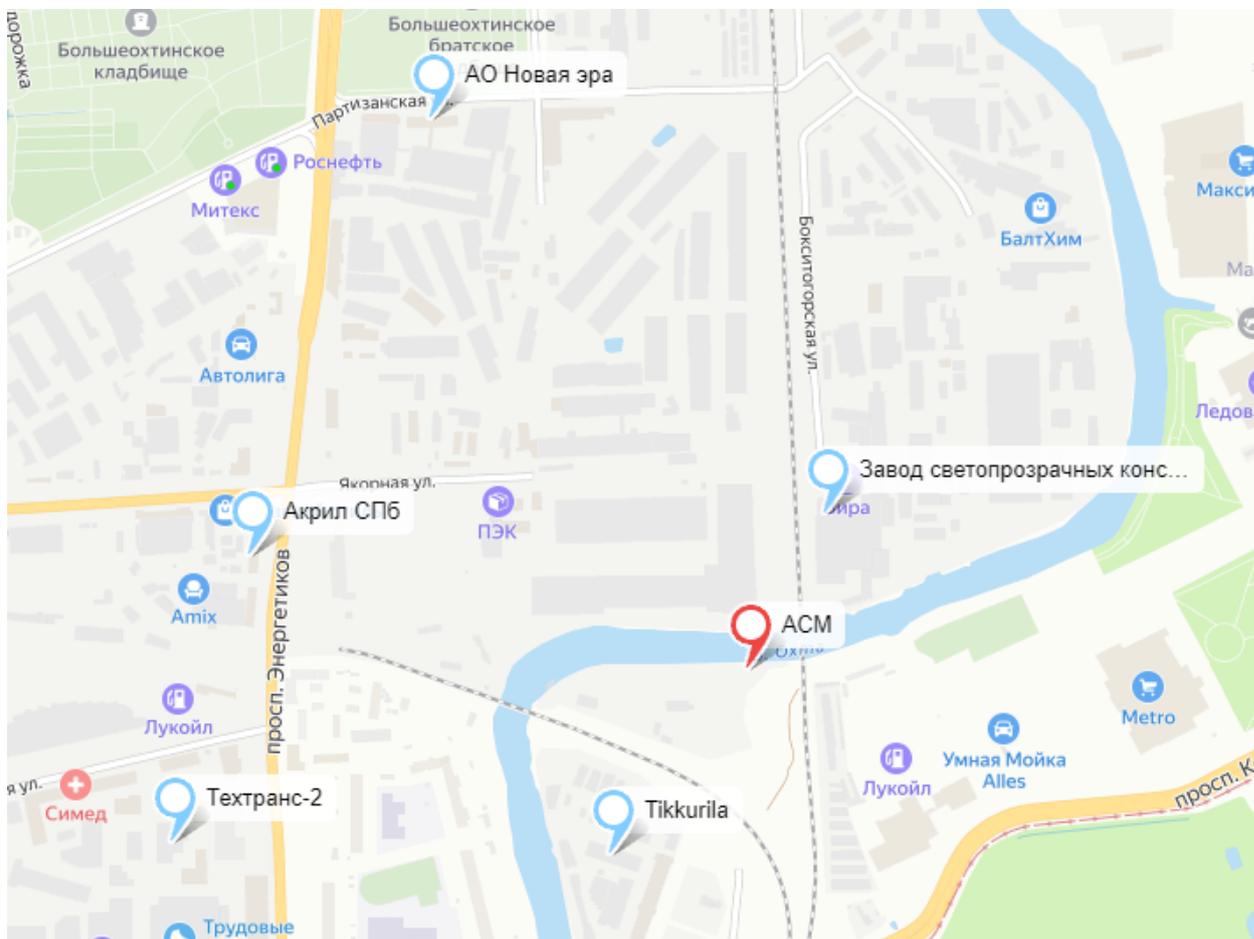


Рисунок 5. Расположение автоматической станции мониторинга и предприятий на карте города

На станции проводятся регулярные наблюдения за содержанием в воздухе следующих ЗВ - оксид углерода(CO), диоксид азота(NO_2), озона(O_3) и взвешенные частицы PM_{10} . Данные выражены в единицах среднесуточной ПДК_{сс}.

3.3 Анализ концентраций загрязняющих веществ

Для данного исследования выбраны следующие периоды: с декабря 2021 года до конца февраля 2022 года и с июня по август 2022 года. Данные среднесуточных концентраций в долях среднесуточной предельно допустимой концентрации ПДК_{сс} за исследуемые периоды находятся в свободном доступе на сайте экологического портала Санкт-Петербурга [4]. По полученным данным составлены таблицы исходных данных (см. Приложение) и построены графики распределения концентраций ЗВ.

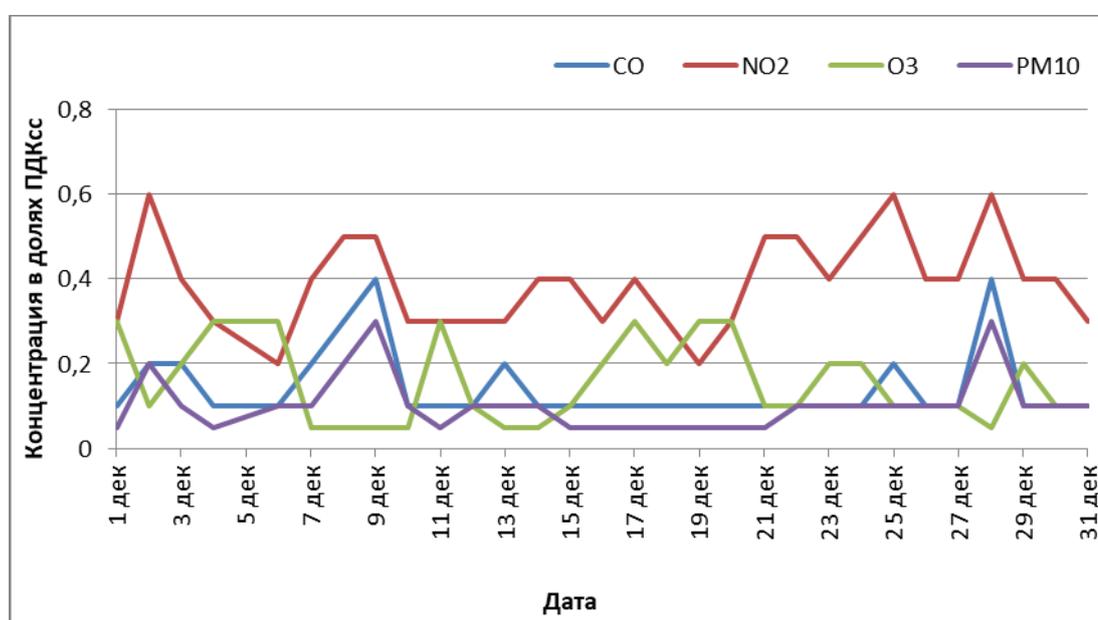


Рисунок 6. Распределение концентрации ЗВ за декабрь 2021 года

На рисунке 6 представлены графики распределения концентрации ЗВ в декабре 2021 года.

CO: концентрация оксида углерода за месяц не превысила среднесуточную предельно допустимую концентрацию. Концентрация варьировалась от 0,1 ПДК_{сс} до 0,4 ПДК_{сс}. Максимум концентрации зафиксирован 9 и 28 декабря.

NO₂: концентрация диоксида азота за месяц не превышала среднесуточную предельно допустимую концентрацию. Максимум

концентрации за месяц зафиксирован 2, 25 и 28 декабря и составил 0,6 ПДК_{сс}. Минимум составлял 0,2 ПДК_{сс}, зафиксирован 6 и 19 декабря.

O₃: концентрация озона за месяц не превысила среднесуточную предельно допустимую концентрацию. Концентрация варьировалась от 0,05 ПДК_{сс} до 0,3 ПДК_{сс}.

PM₁₀: концентрация мелкодисперсных частиц за месяц не превысила среднесуточную предельно допустимую концентрацию. Месячный ход среднесуточных концентраций имеет 2 максимума 9 и 28 декабря. Максимум составил 0,3 ПДК_{сс}. Минимум составляет 0,05 ПДК_{сс}.

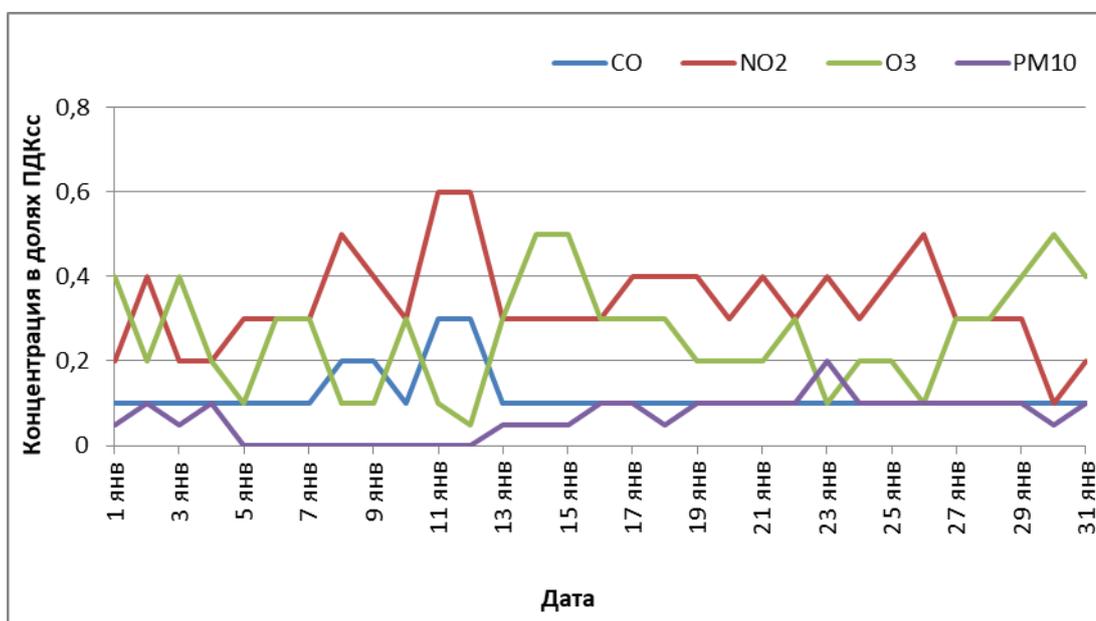


Рисунок 7. Распределение концентрации ЗВ за январь 2022 года

На рисунке 7 представлены графики распределения концентрации ЗВ в январе 2022 года.

CO: концентрация оксида углерода за месяц не превысила среднесуточную предельно допустимую концентрацию. Максимум концентрации зафиксирован 11 и 12 января. Он составил 0,3 ПДК_{сс}. Минимум составил 0,1 ПДК_{сс}.

NO₂: концентрация диоксида азота за месяц не превысила среднесуточную предельно допустимую концентрацию. Максимум

концентрации за месяц зафиксирован 11 и 12 января и составил 0,6 ПДК_{сс}. Минимум зафиксирован 30 января и составил 0,1 ПДК_{сс}.

O₃: концентрация озона за месяц не превысила среднесуточную предельно допустимую концентрацию. Максимумы концентрации за месяц зафиксированы с 14 по 15 число и 30 числа. Концентрация в ПДК_{сс} составила 0,5 ПДК_{сс}. Минимум фиксируется 12 января. Он равен 0,05 ПДК_{сс}.

PM₁₀: концентрация мелкодисперсных частиц за месяц не превысила среднесуточную предельно допустимую концентрацию. Месячных ход среднесуточной концентрации имеет 1 максимум- 23 января и составил 0,2 ПДК_{сс}. Минимум равен 0,05 ПДК_{сс}.

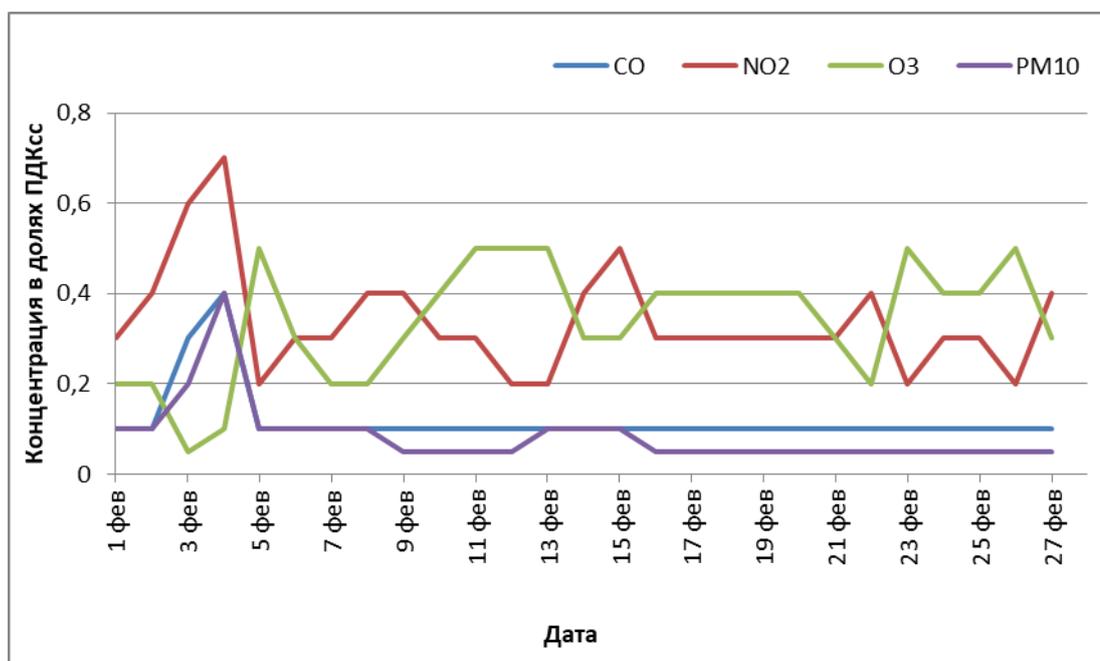


Рисунок 8. Распределение концентрации ЗВ за февраль 2022 года

На рисунке 8 представлены графики распределения концентрации ЗВ в феврале 2022 года.

CO: концентрация оксида углерода за месяц не превысила среднесуточную предельно допустимую концентрацию. Максимум концентрации зафиксирован 4 февраля. Он составил 0,4 ПДК_{сс}. После 4 февраля среднесуточная концентрация оксида углерода постоянно фиксировалась на уровне 0,1 ПДК_{сс}.

NO₂: концентрация диоксида азота за месяц не превысила среднесуточную предельно допустимую концентрацию. Максимум концентрации за месяц зафиксирован 4 февраля и составил 0,7 ПДК_{сс}. Минимум равен 0,1 ПДК_{сс}.

O₃: концентрация озона за месяц не превысила среднесуточную предельно допустимую концентрацию. Максимум среднесуточных концентраций составил 0,5 ПДК_{сс}. Минимум зафиксирован 3 февраля, он равен 0,05 ПДК_{сс}.

PM₁₀: концентрация мелкодисперсных частиц за месяц не превысила среднесуточную предельно допустимую концентрацию. Месячных ход среднесуточных концентраций имеет 1 максимум- 4 февраля и составил 0,4 ПДК_{сс}. Минимум равен 0,05 ПДК_{сс}.

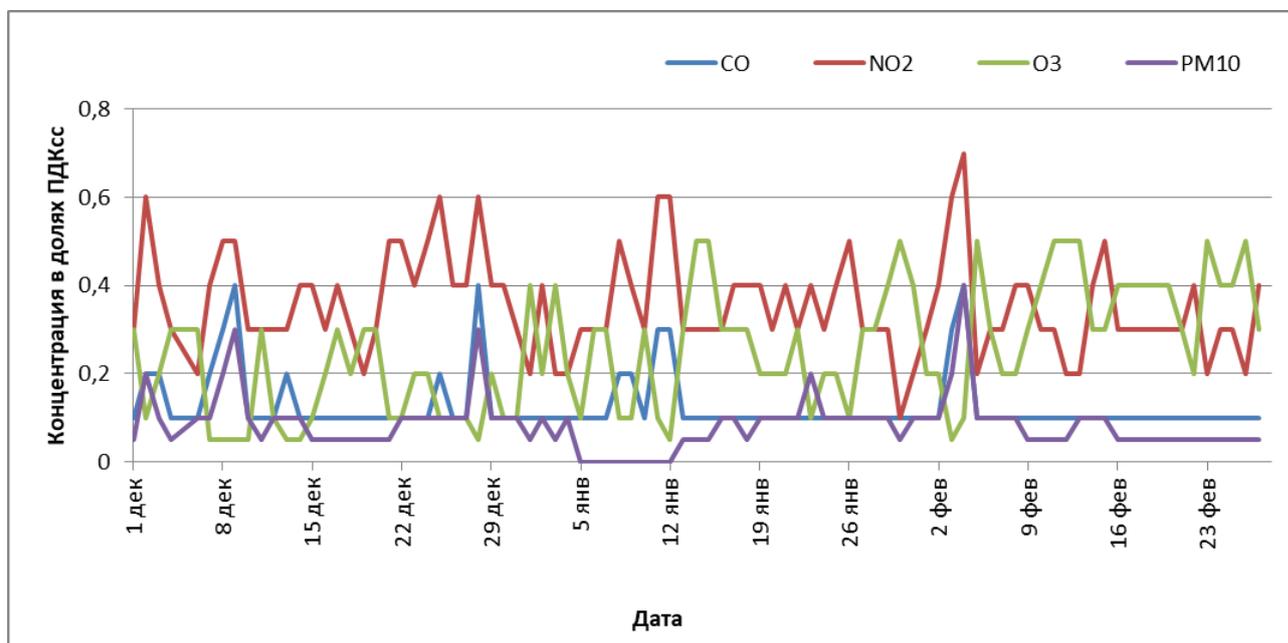


Рисунок 9. Распределение концентрации ЗВ за холодный сезон

На рисунке 9 представлены графики распределения концентрации ЗВ за холодный сезон исследуемого периода.

За весь холодный сезон не зафиксировано превышение среднесуточной предельной допустимой концентрации загрязняющих веществ.

CO: за весь сезон максимум среднесуточной концентрации оксида углерода наблюдался в декабре и феврале и составил 0,4 ПДК_{сс}. Минимум составил 0,1 ПДК_{сс}.

NO₂: максимум среднесуточной концентрации диоксида азота за сезон наблюдался в феврале и составил 0,7 ПДК_{сс}. Минимум равен 0,05 ПДК_{сс}

O₃: максимум среднесуточной концентрации озона за холодный сезон наблюдался в январе и феврале. Он составил 0,5 ПДК_{сс}. Минимум равен 0,05 ПДК_{сс}.

PM₁₀: за весь сезон максимум среднесуточной концентрации мелкодисперсных частиц наблюдался в феврале и составил 0,4 ПДК_{сс}. Минимум равен 0,05 ПДК_{сс}.

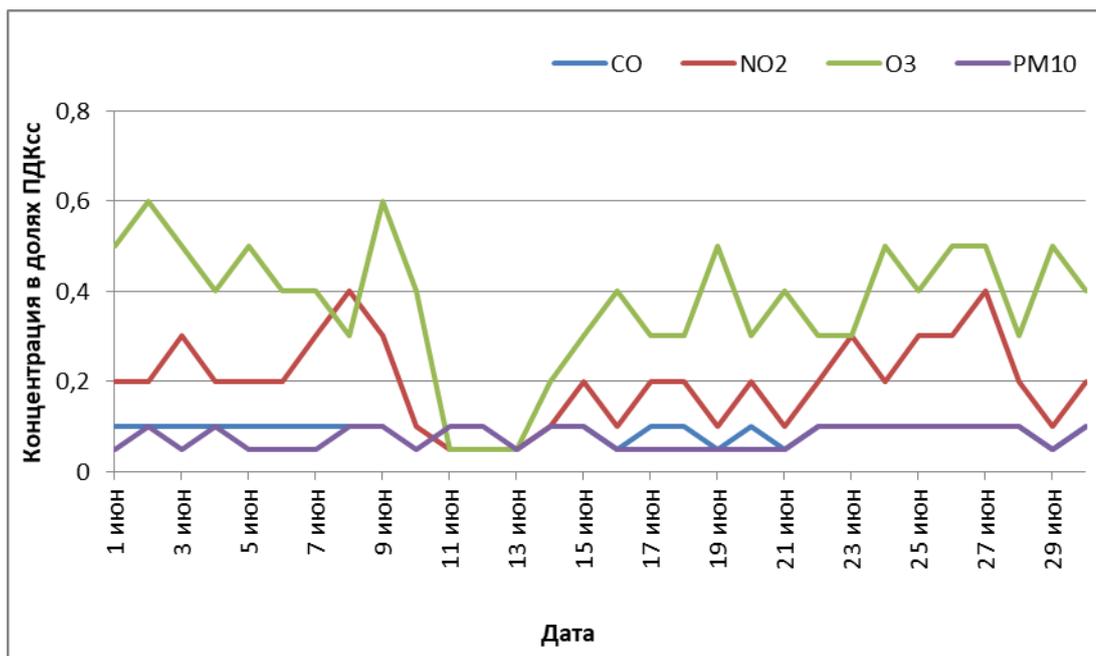


Рисунок 10. Распределение концентрации ЗВ за июнь 2022 года

На рисунке 10 представлены графики распределения концентрации ЗВ в июне 2022 года.

CO: концентрация оксида углерода за июнь не превышала среднесуточную предельно допустимую концентрацию. Среднесуточная концентрация за месяц мала и фиксировалась в пределах 0,05-0,1 ПДК_{сс}.

NO₂: концентрация диоксида азота за июнь не превысила среднесуточную предельно допустимую концентрацию. Максимум концентрации за месяц зафиксирован 8 и 27 июня и составил 0,4 ПДК_{сс}.

O₃: концентрация озона за июнь не превысила среднесуточную предельно допустимую концентрацию. Максимумы концентрации за месяц зафиксированы 2 и 9 июня. Концентрация в ПДК_{сс} составила 0,6.

PM₁₀: концентрация мелкодисперсных частиц за июнь не превышала среднесуточную предельно допустимую концентрацию. Месячных ход не превышает 0,1 ПДК_{сс}. Фиксировалась концентрация от 0,05 ПДК_{сс} до 0,1 ПДК_{сс}.

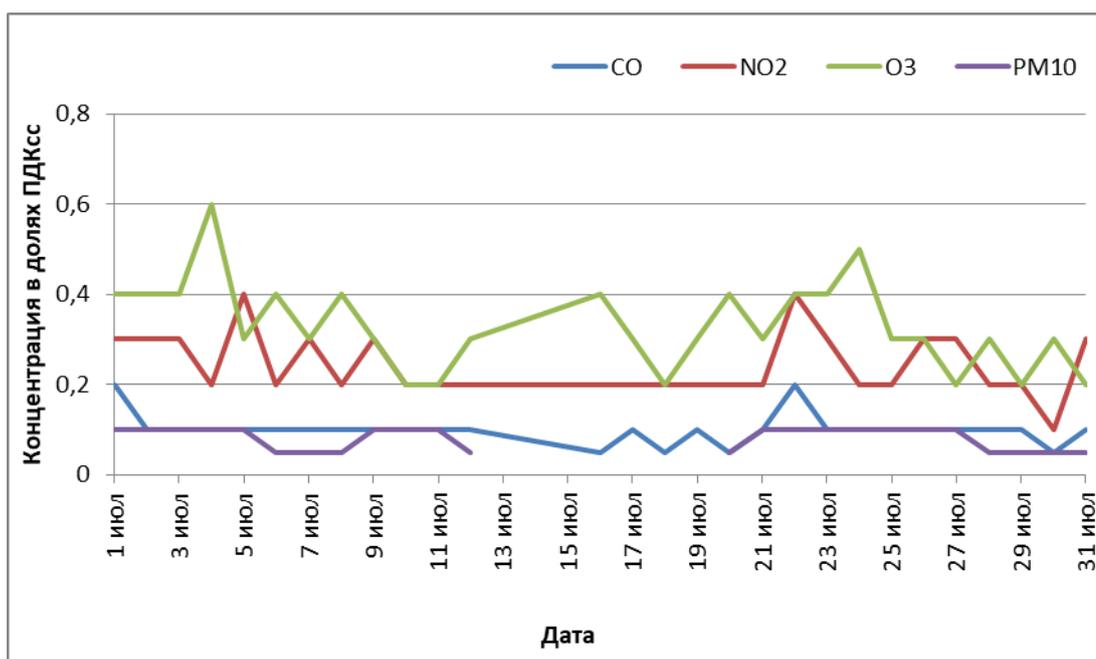


Рисунок 11. Распределение концентрации ЗВ за июль 2022 года

На рисунке 11 представлены графики распределения концентрации ЗВ в июле 2022 года.

CO: концентрация оксида углерода за июль не превышала среднесуточную предельно допустимую концентрацию. Среднесуточная

концентрация за месяц имела 2 максимума- 1 и 22 числа. Концентрация составила 0,2 ПДК_{сс}.

NO₂: концентрация диоксида азота за июль не превысила среднесуточную предельно допустимую концентрацию. Максимум концентрации за месяц зафиксирован 5 и 22 июня и составил 0,4 ПДК_{сс}.

O₃: концентрация озона за июль не превысила среднесуточную предельно допустимую концентрацию. Максимум концентрации за месяц зафиксирован 4 июля. Концентрация в ПДК_{сс} составила 0,6.

PM₁₀: концентрация мелкодисперсных частиц за июль не превышала среднесуточную предельно допустимую концентрацию. Месячных ход среднесуточных концентраций не превышает 0,1 ПДК_{сс}. Фиксировалась концентрация от 0,05 ПДК_{сс} до 0,1 ПДК_{сс}.

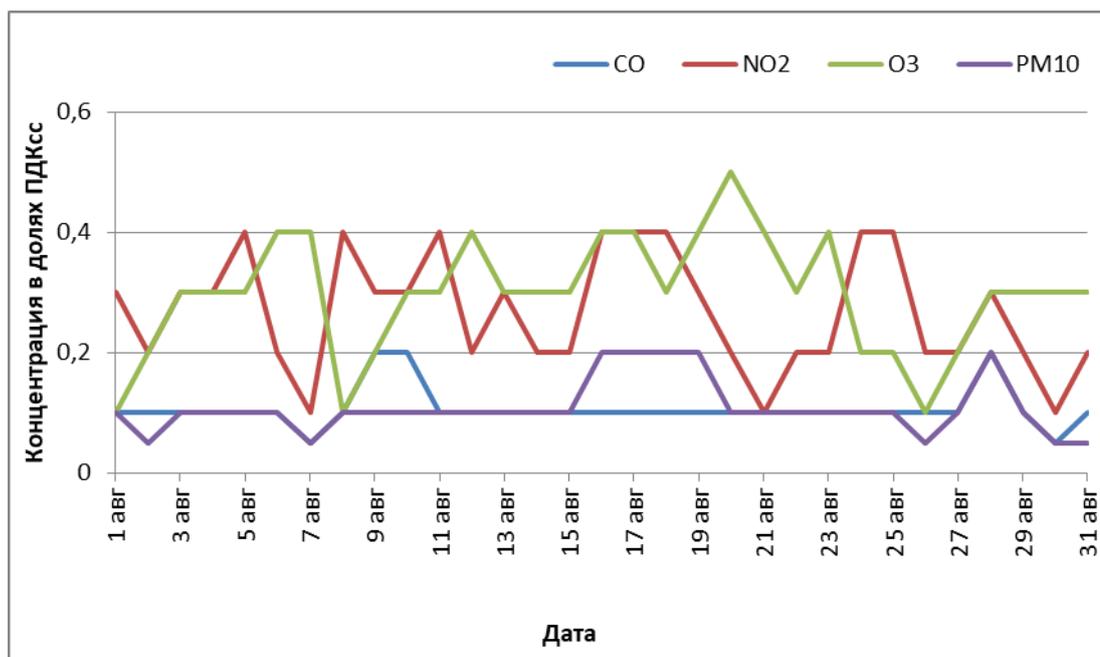


Рисунок 12. Распределение концентрации ЗВ за август 2022 года

На рисунке 12 представлены графики распределения концентрации ЗВ в августе 2022 года.

CO: концентрация оксида углерода за август не превышала среднесуточную предельно допустимую концентрацию. Среднесуточная

концентрация наблюдалась с 9 по 10 августа и 28 августа. Концентрация составила 0,2 ПДК_{сс}.

NO₂: концентрация диоксида азота за июль не превысила среднесуточную предельно допустимую концентрацию. Фиксировалась концентрация от 0,1 ПДК_{сс} до 0,4 ПДК_{сс}.

O₃: концентрация озона за август не превысила среднесуточную предельно допустимую концентрацию. Максимум концентрации за месяц зафиксирован 20 августа. Концентрация в ПДК_{сс} составила 0,5. Минимум концентрации составил 0,1 ПДК_{сс}.

PM₁₀: концентрация мелкодисперсных частиц за август не превышала среднесуточную предельно допустимую концентрацию. Фиксировалась концентрация от 0,05 ПДК_{сс} до 0,2 ПДК_{сс}. Максимум наблюдался с 16 по 19 число и 28 числа.

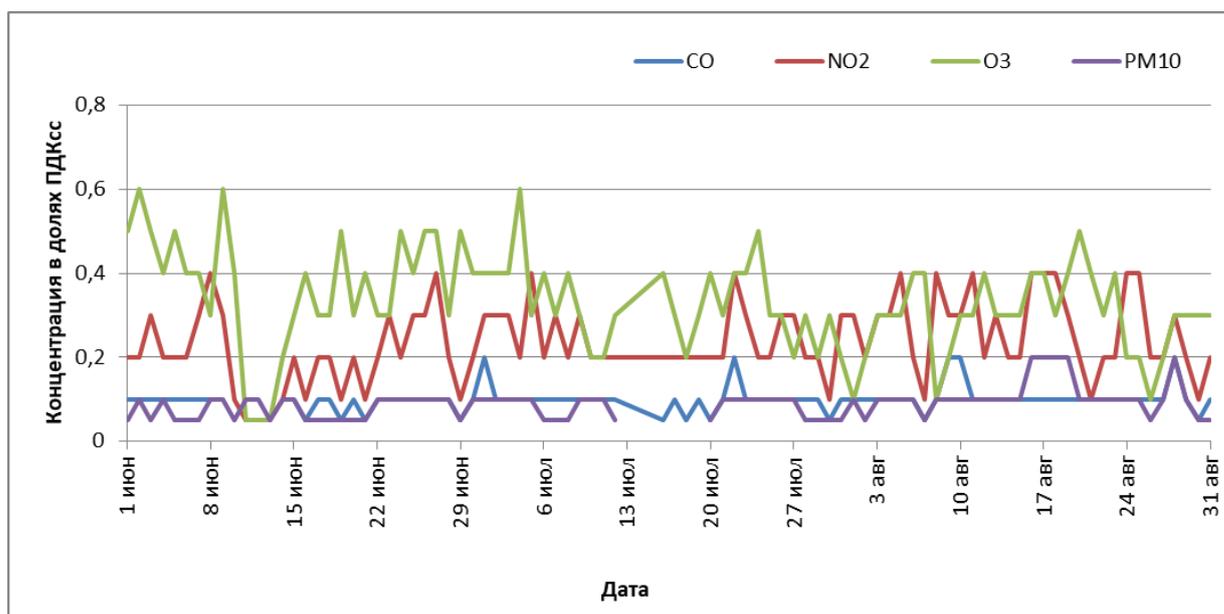


Рисунок 13. Распределение концентрации ЗВ за тёплый сезон

За весь тёплый сезон не зафиксировано превышение среднесуточной предельной допустимой концентрации загрязняющих веществ.

CO: за весь сезон максимум среднесуточной концентрации оксида углерода наблюдался в июле и августе. Максимум составил 0,2 ПДК_{сс}. Минимум составил 0,05 ПДК_{сс}.

NO₂: максимум среднесуточной концентрации диоксида азота за тёплый сезон составил 0,4 ПДК_{сс}. Минимум равен 0,1 ПДК_{сс}.

O₃: максимум среднесуточной концентрации озона за тёплый сезон наблюдался в июне и июле. Он составил 0,6 ПДК_{сс}. Минимум равен 0,05 ПДК_{сс}.

PM₁₀: за весь тёплый сезон максимум среднесуточной концентрации мелкодисперсных частиц наблюдался в августе и составил 0,2 ПДК_{сс}. Минимум равен 0,05 ПДК_{сс}.

CO, NO₂ и PM₁₀ являются первичными загрязнителями, которые образуются в большей степени под влиянием деятельности человека.

Зимой выбросы CO значительно выше, потому что тепловые станции постоянно вырабатывают тепло для отопления города.

Основным источником диоксида азота является автотранспорт и энергетические предприятия.

При изучении графиков видно, что ход концентрации диоксида азота обратный ходу концентрации озона. Максимальные значения NO₂ наблюдаются зимой, а минимальные летом. Зимой выбросы с энергетических предприятий имеют более высокий уровень концентрации. При высоких уровнях концентрации диоксида азота уменьшается концентрация озона.

Концентрация мелкодисперсных частиц пропорциональна остальным первичным загрязнителям.

В целом уровень загрязнения зимой выше, чем летом.

3.4 Анализ влияния метеорологических параметров на загрязнение воздуха

Для изучения влияния метеорологических параметров на загрязнение воздуха использованы данные наблюдений на метеорологической станции Воейково, WMO_ID 26002. Данные взяты с архива. Данные архива доступны на сайте прогноза погоды [5]. По полученным данным составлены таблицы исходных данных (см. Приложение).

На концентрацию загрязняющих веществ влияют многие метеорологические параметры: температура, влажность, скорость и направление ветра, осадки и другие метеопараметры.

Рассмотрим сначала влияние метеопараметров по отдельности.

Из-за большой солнечной радиации происходят фотохимические реакции, при которых повышается уровень озона. Летом солнечной радиации больше, следовательно, концентрация озона выше, чем зимой.

Летом из-за положительных температур концентрация первичных загрязнителей меньше, так как меняется расход топлива на отопление в меньшую сторону. Зимой при понижении температуры формируется так называемый остров тепла [6].

На графиках видно, что концентрация CO и NO₂ зимой значительно выше, чем летом. Максимумы концентрации NO₂ отличается на 0,3 ПДК_{сс}, а CO на 0,2 ПДК_{сс}.

Осадки очищают атмосферный воздух от многих первичных загрязнителей.

Больше всего осадки вымывают из атмосферного воздуха диоксид азота[7].

Это можно заметить с 25 по 26 августа. Скорость ветра минимальна, а концентрация NO₂ снизилась в 2 раза.

Влияние ветра. Максимум концентраций ЗВ фиксируется при двух диапазонах ветра. При скорости 0-1м/с максимум концентрации фиксируется от

низких источников загрязнения и при скорости 3-6м/с от высоких источников загрязнения [8].

Если рассматривать розы ветров за исследуемые периоды, то они не сильно отличаются (см. Рисунки 14 и 15). Преобладают западные ветра, что и характерно для Санкт-Петербурга [9].



Рисунок 14. Роза ветров за зимний период



Рисунок 15. Роза ветров за тёплый период

Для города характерно, что северо-восточное направление ветра плохо сказывается на очищении воздуха от ЗВ [10].

При больших скоростях ветра концентрация всех загрязняющих веществ понижается, а при низких возрастает.

Облачность в городе значительна весь год, а особенно осенью и зимой, из-за прохождения циклонов.

Если рассматривать комплексно влияние метеопараметров на загрязнение атмосферного воздуха, то главным является ветровой режим с температурной стратификацией атмосферы.

28 декабря 2021 года фиксировалась скорость ветра 0-1м/с. На данных радиозондирования, доступных на сайте [11] можно заметить инверсию температуры (см рис.16). Высота нижней границы облачности 300-600м. Данные с радиозондирования изображены на рисунке 17. В этот день зафиксированы максимальные концентрации загрязняющих веществ за декабрь.

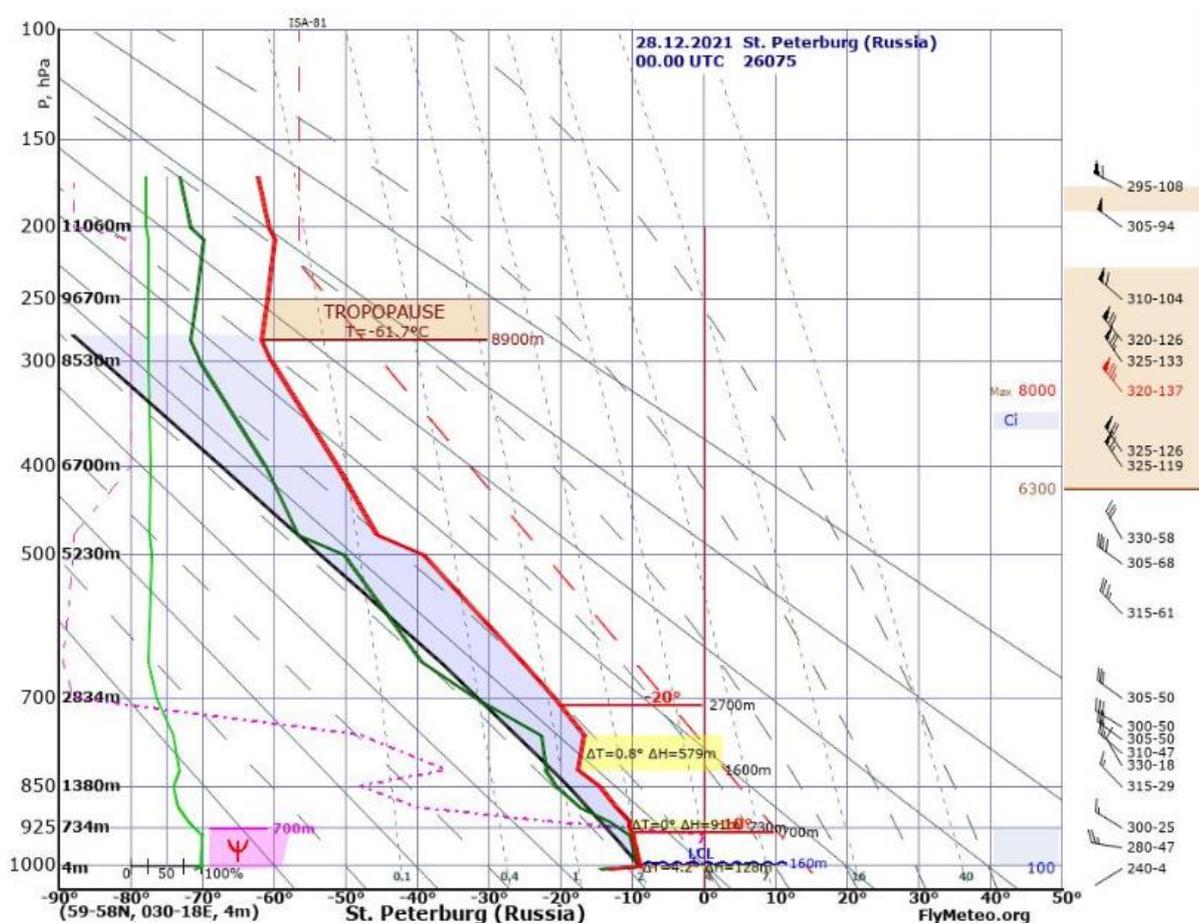


Рисунок 16. Аэрологическая диаграмма за 28.12.2021

P,hPa	H,m	T,°C	D,°C	r,%	ddd,°	V,m/s	V,km/h	V,knot
1007	4	-13.1	1,3	90	240	1	4	2
1002	95	-8.9	0.1	99	-	-	-	-
1000	132	-8.9	0.2	98	260	6	22	12
965	407	-	-	-	280	13	47	25
939	618	-9.9	0.0	100	-	-	-	-
925	734	-10.3	1,5	89	300	7	25	14
914	825	-10.3	2,8	80	-	-	-	-
889	1037	-12.1	5.0	66	-	-	-	-
850	1380	-14.5	6.0	60	315	8	29	16
821	1641	-17.5	4,5	68	-	-	-	-
811	1733	-	-	-	330	5	18	10
790	1930	-	-	-	310	13	47	25
768	2141	-	-	-	305	14	50	27
760	2220	-16.7	6.0	60	-	-	-	-
747	2349	-	-	-	300	14	50	27
700	2834	-20.9	11.0	36	305	14	50	27
646	3411	-25.3	14.0	26	-	-	-	-

Рисунок 17. Данные радиозондирования 28.12.2021

4 февраля 2022 года также наблюдалась инверсия (см. рис.18) и низкая скорость ветра. Зафиксирована максимальная концентрация ЗВ за весь исследуемый период. Также наблюдалась дымка, а она задерживает загрязняющие вещества. Облачности не наблюдалось. Данные радиозондирования на рисунке 19.

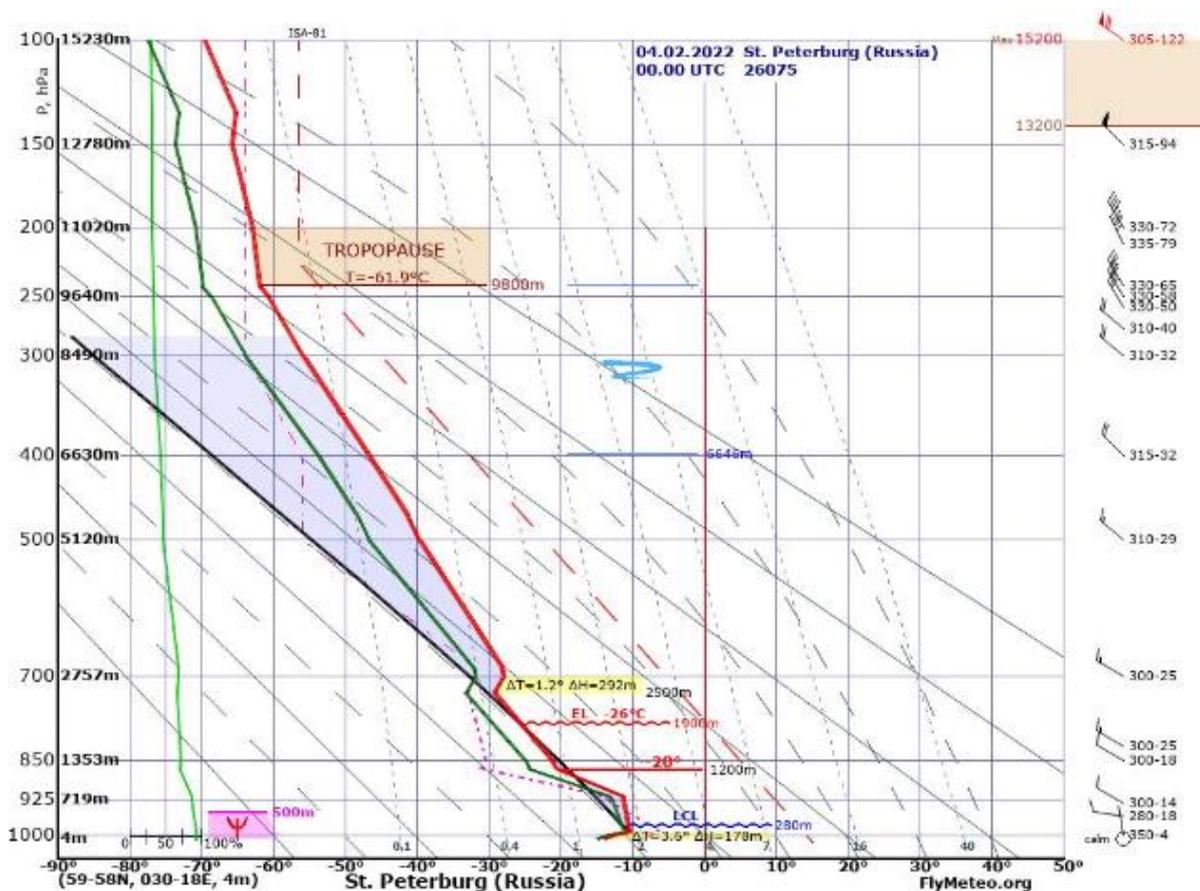


Рисунок 18. Аэрологическая диаграмма за 04.02.2022

P,hPa	H,m	T,°C	D,°C	r,%	ddd,°	V,m/s	V,km/h	V,knot
1006	4	-13.9	0.9	93	calm	0	0	0
1000	120	-12.7	1.0	92	350	1	4	2
992	182	-10.3	0.8	94	-	-	-	-
958	450	-	-	-	280	5	18	10
933	653	-	-	-	300	4	14	8
925	719	-11.1	1,7	87	300	4	14	8
918	776	-11.3	1,8	86	-	-	-	-
864	1231	-20.5	3,9	71	-	-	-	-
850	1353	-21.1	3,8	71	300	5	18	10
823	1587	-	-	-	300	7	25	14
729	2465	-29.1	4,10	67	-	-	-	-
700	2757	-27.9	4.0	68	300	7	25	14
686	2900	-28.1	4.0	68	-	-	-	-

Рисунок 19. Данные радиозондирования 04.02.2022

Если рассматривать тёплый сезон можно заметить подобное. Рассмотрим 22 июля 2022 года. Скорость ветра 0-1м/с, нет осадков. На аэрологической

диаграмме есть температурная инверсия (см. рис. 20). Данные радиозондирования на рисунке 21.

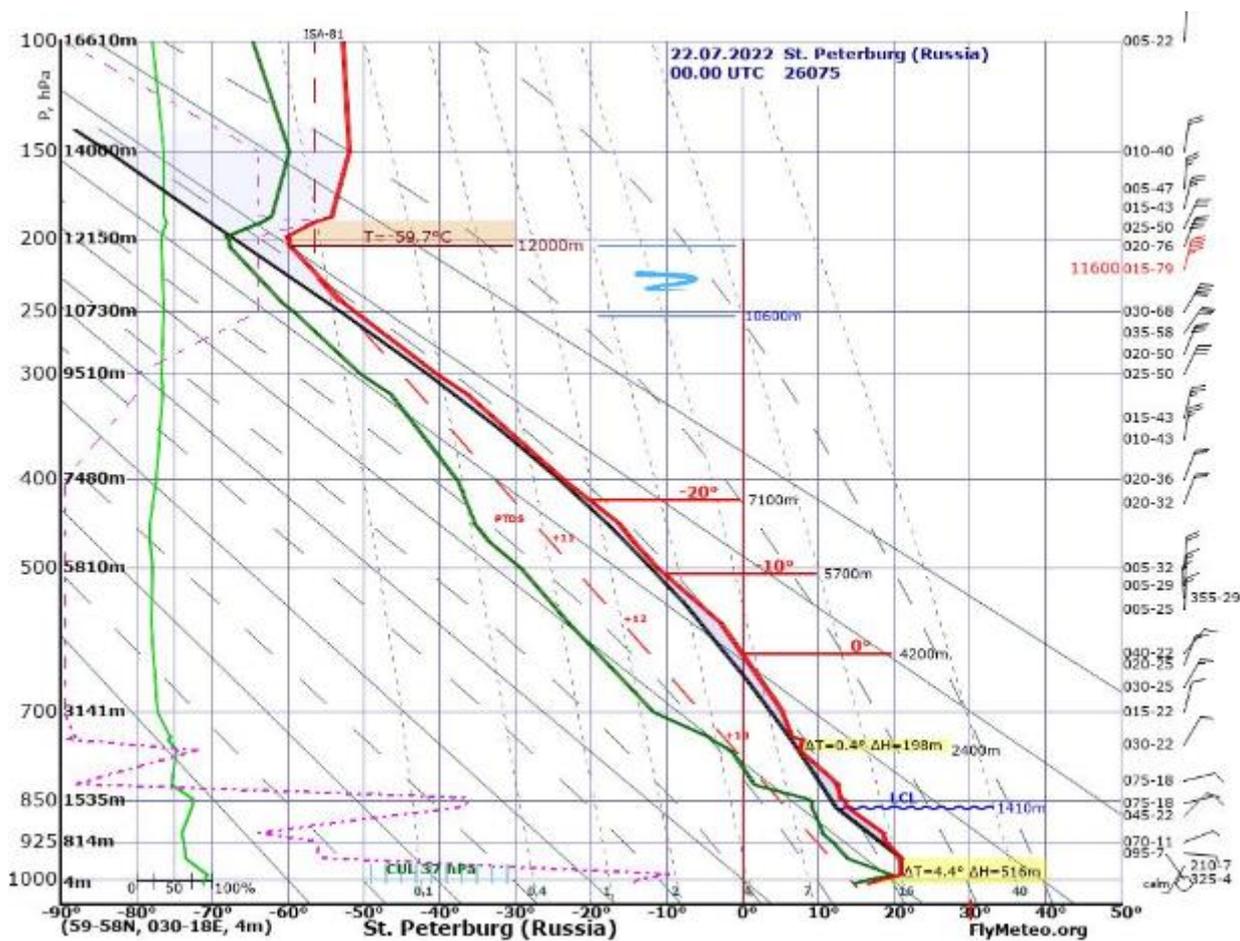


Рисунок 20. Аэрологическая диаграмма за 22.07.2022

P,hPa	H,m	T,°C	D,°C	r,%	ddd,°	V,m/s	V,km/h	V,knot
1007	4	16,6	1,8	89	calm	0	0	0
1000	140	18,2	1,7	90	325	1	4	2
988	244	21.0	1,2	93	-	-	-	-
972	386	-	-	-	210	2	7	4
957	520	21.0	7.0	64	-	-	-	-
948	602	-	-	-	95	2	7	4
925	814	19.0	7.0	64	70	3	11	6
908	972	18,6	8.0	60	-	-	-	-
876	1278	-	-	-	45	6	22	12
860	1435	13,8	4,6	74	-	-	-	-
854	1495	-	-	-	75	5	18	10
850	1535	13,6	4,5	74	75	5	18	10
845	1584	13.0	4,5	74	-	-	-	-
820	1833	12,6	11.0	47	-	-	-	-
813	1904	-	-	-	75	5	18	10
762	2441	7,6	9.0	53	-	-	-	-
753	2539	-	-	-	30	6	22	12
744	2639	8.0	12.0	42	-	-	-	-
741	2672	6,6	11.0	45	-	-	-	-
700	3141	5,4	17.0	28	15	6	22	12

Рисунок 21. Данные радиозондирования за 22.07.2022

Заключение

Проделанная работа и полученные результаты позволяют сделать следующие выводы.

Атмосферный воздух Красногвардейского района Санкт-Петербурга имеет большое количество вредных примесей, но в целом концентрация загрязняющих веществ имеет приемлемый уровень.

Зимой концентрация ЗВ выше, чем летом и зависит от метеопараметров. Можно сделать вывод, что концентрация загрязняющих веществ зависит от сезона.

При низких температурах концентрация загрязняющих веществ в приземном воздухе определённее выше, нежели чем при высоких температурах. Можно сделать вывод, что наибольшая концентрация загрязняющих веществ в приземном воздухе наблюдается в холодный период.

Ветровой режим имеет очень большое значение. Концентрация всех вредных веществ уменьшается при высоких скоростях ветра, а при низких скоростях концентрация увеличивается. Это происходит как в тёплый, так и в холодный периоды.

При повышении солнечной радиации повышается концентрация приземного озона из-за фотохимических реакций.

Но больше всего влияет комплекс метеопараметров, а не метеорологические параметры по отдельности.

Рассмотренные метеорологические параметры в разной степени поддерживают высокий уровень вредных веществ в приземном воздухе.

Хоть и метеорологические параметры влияют на концентрацию загрязняющих веществ, но нельзя забывать про снижение выбросов вредных веществ с предприятий, транспортных развязок и других факторов, зависящих от человеческой деятельности.

Список литературы

1. Бретшнайдер Б., Курфюрст И. - Охрана воздушного бассейна от загрязнений: технология и контроль: Пер. с англ. / Под ред. А. Ф. Туболкина. - Л.: Химия, 1989. - 288 с.
2. Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1338-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. - М., -2003.-41с.
3. Боков В.Н. Уровень загрязнения атмосферного воздуха в мегаполисе и его связь с климатическими изменениями.// Учёные записки РГГМУ, выпуск №39. С.55-65.
4. Экологический портал Санкт-Петербурга [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.infoeco.ru/> (дата обращения: 27.04.2023).
5. Расписание погоды [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://rp5.ru/> (дата обращения: 27.04.2023).
6. Мханна А.И.Н. Метеорологические факторы, влияющие на распространение загрязняющих веществ в атмосфере крупных городов, например, город Санкт-Петербург.// Труды II Всероссийской конференции «Гидрометеорология и экология: достижения и перспективы развития». -с. 470
7. Морозов А. Е. Метеорологические условия и загрязнение атмосферы Учебное пособие – с. 48
8. Безуглая Э.Ю. и Берлянд М.Е. Климатические характеристики условий распространения примесей в атмосфере. Справочное пособие – Ленинград, Гидрометеоиздат, 1983.-с. 6
9. Даринский А. В. География Ленинграда. — Л.: Лениздат, 1982.-21 с.
10. Голубева Д.А. Экологическая обстановка в Санкт-Петербурге. – СПб.: ФорматТ, 2004. – 784 с.
11. Архив радиозондирования. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://flymeteo.org/> (дата обращения: 27.04.2023).

12. Попова, Е.С. Анализ временной изменчивости основных антропогенных примесей атмосферного воздуха г. Санкт-Петербурга за период с 1980 г по 2012 г. / Е.С. Попова, И.Н. Липовицкая, Е.О. Лазарева // Экологические проблемы постсоветского пространства: Международный сборник научных статей, вып. 1 / Под ред. А.В. Горбенко. – Липецк: Гравис, 2014.

13. Лазарева, Е.О. Анализ распространения антропогенных примесей в среде г. Санкт-Петербург, за период времени с 1980 по 2012 гг. / Е.О. Лазарева // Актуальные направления фундаментальных и прикладных исследований: Материалы III международной научно-практической конференции, том 2. - North Charleston, USA, 2014. - С. 63 - 67.

Приложение

1. Архив данных концентрации за холодный период.

Декабрь					Январь					Февраль				
Дата	CO	NO2	O3	PM10	Дата	CO	NO2	O3	PM10	Дата	CO	NO2	O3	PM10
01.12.2021	0,1	0,3	0,3	0,05	01.01.2022	0,1	0,2	0,4	0,05	01.02.2022	0,1	0,3	0,2	0,1
02.12.2021	0,2	0,6	0,1	0,2	02.01.2022	0,1	0,4	0,2	0,1	02.02.2022	0,1	0,4	0,2	0,1
03.12.2021	0,2	0,4	0,2	0,1	03.01.2022	0,1	0,2	0,4	0,05	03.02.2022	0,3	0,6	0,05	0,2
04.12.2021	0,1	0,3	0,3	0,05	04.01.2022	0,1	0,2	0,2	0,1	04.02.2022	0,4	0,7	0,1	0,4
05.12.2021	-	-	-	-	05.01.2022	0,1	0,3	0,1	-	05.02.2022	0,1	0,2	0,5	0,1
06.12.2021	0,1	0,2	0,3	0,1	06.01.2022	0,1	0,3	0,3	-	06.02.2022	0,1	0,3	0,3	0,1
07.12.2021	0,2	0,4	0,05	0,1	07.01.2022	0,1	0,3	0,3	-	07.02.2022	0,1	0,3	0,2	0,1
08.12.2021	0,3	0,5	0,05	0,2	08.01.2022	0,2	0,5	0,1	-	08.02.2022	0,1	0,4	0,2	0,1
09.12.2021	0,4	0,5	0,05	0,3	09.01.2022	0,2	0,4	0,1	-	09.02.2022	0,1	0,4	0,3	0,05
10.12.2021	0,1	0,3	0,05	0,1	10.01.2022	0,1	0,3	0,3	-	10.02.2022	0,1	0,3	0,4	0,05
11.12.2021	0,1	0,3	0,3	0,05	11.01.2022	0,3	0,6	0,1	-	11.02.2022	0,1	0,3	0,5	0,05
12.12.2021	0,1	0,3	0,1	0,1	12.01.2022	0,3	0,6	0,05	-	12.02.2022	0,1	0,2	0,5	0,05
13.12.2021	0,2	0,3	0,05	0,1	13.01.2022	0,1	0,3	0,3	0,05	13.02.2022	0,1	0,2	0,5	0,1
14.12.2021	0,1	0,4	0,05	0,1	14.01.2022	0,1	0,3	0,5	0,05	14.02.2022	0,1	0,4	0,3	0,1
15.12.2021	0,1	0,4	0,1	0,05	15.01.2022	0,1	0,3	0,5	0,05	15.02.2022	0,1	0,5	0,3	0,1
16.12.2021	0,1	0,3	0,2	0,05	16.01.2022	0,1	0,3	0,3	0,1	16.02.2022	0,1	0,3	0,4	0,05
17.12.2021	0,1	0,4	0,3	0,05	17.01.2022	0,1	0,4	0,3	0,1	17.02.2022	0,1	0,3	0,4	0,05
18.12.2021	0,1	0,3	0,2	0,05	18.01.2022	0,1	0,4	0,3	0,05	18.02.2022	0,1	0,3	0,4	0,05
19.12.2021	0,1	0,2	0,3	0,05	19.01.2022	0,1	0,4	0,2	0,1	19.02.2022	0,1	0,3	0,4	0,05
20.12.2021	0,1	0,3	0,3	0,05	20.01.2022	0,1	0,3	0,2	0,1	20.02.2022	0,1	0,3	0,4	0,05
21.12.2021	0,1	0,5	0,1	0,05	21.01.2022	0,1	0,4	0,2	0,1	21.02.2022	0,1	0,3	0,3	0,05
22.12.2021	0,1	0,5	0,1	0,1	22.01.2022	0,1	0,3	0,3	0,1	22.02.2022	0,1	0,4	0,2	0,05
23.12.2021	0,1	0,4	0,2	0,1	23.01.2022	0,1	0,4	0,1	0,2	23.02.2022	0,1	0,2	0,5	0,05
24.12.2021	0,1	0,5	0,2	0,1	24.01.2022	0,1	0,3	0,2	0,1	24.02.2022	0,1	0,3	0,4	0,05
25.12.2021	0,2	0,6	0,1	0,1	25.01.2022	0,1	0,4	0,2	0,1	25.02.2022	0,1	0,3	0,4	0,05
26.12.2021	0,1	0,4	0,1	0,1	26.01.2022	0,1	0,5	0,1	0,1	26.02.2022	0,1	0,2	0,5	0,05
27.12.2021	0,1	0,4	0,1	0,1	27.01.2022	0,1	0,3	0,3	0,1	27.02.2022	0,1	0,4	0,3	0,05
28.12.2021	0,4	0,6	0,05	0,3	28.01.2022	0,1	0,3	0,3	0,1	28.02.2022	-	-	-	-
29.12.2021	0,1	0,4	0,2	0,1	29.01.2022	0,1	0,3	0,4	0,1					
30.12.2021	0,1	0,4	0,1	0,1	30.01.2022	0,1	0,1	0,5	0,05					
31.12.2021	0,1	0,3	0,1	0,1	31.01.2022	0,1	0,2	0,4	0,1					

2. Архив данных концентрации за тёплый период.

Июнь					Июль					Август				
Дата	CO	NO2	O3	PM10	Дата	CO	NO2	O3	PM10	Дата	CO	NO2	O3	PM10
01.06.2022	0,1	0,2	0,5	0,05	01.07.2022	0,2	0,3	0,4	0,1	01.08.2022	0,1	0,3	0,1	0,1
02.06.2022	0,1	0,2	0,6	0,1	02.07.2022	0,1	0,3	0,4	0,1	02.08.2022	0,1	0,2	0,2	0,05
03.06.2022	0,1	0,3	0,5	0,05	03.07.2022	0,1	0,3	0,4	0,1	03.08.2022	0,1	0,3	0,3	0,1
04.06.2022	0,1	0,2	0,4	0,1	04.07.2022	0,1	0,2	0,6	0,1	04.08.2022	0,1	0,3	0,3	0,1
05.06.2022	0,1	0,2	0,5	0,05	05.07.2022	0,1	0,4	0,3	0,1	05.08.2022	0,1	0,4	0,3	0,1
06.06.2022	0,1	0,2	0,4	0,05	06.07.2022	0,1	0,2	0,4	0,05	06.08.2022	0,1	0,2	0,4	0,1
07.06.2022	0,1	0,3	0,4	0,05	07.07.2022	0,1	0,3	0,3	0,05	07.08.2022	0,05	0,1	0,4	0,05
08.06.2022	0,1	0,4	0,3	0,1	08.07.2022	0,1	0,2	0,4	0,05	08.08.2022	0,1	0,4	0,1	0,1
09.06.2022	0,1	0,3	0,6	0,1	09.07.2022	0,1	0,3	0,3	0,1	09.08.2022	0,2	0,3	0,2	0,1
10.06.2022	-	0,1	0,4	0,05	10.07.2022	0,1	0,2	0,2	0,1	10.08.2022	0,2	0,3	0,3	0,1
11.06.2022	-	0,05	0,05	0,1	11.07.2022	0,1	0,2	0,2	0,1	11.08.2022	0,1	0,4	0,3	0,1
12.06.2022	-	0,05	0,05	0,1	12.07.2022	0,1	0,2	0,3	0,05	12.08.2022	0,1	0,2	0,4	0,1
13.06.2022	-	0,05	0,05	0,05	13.07.2022	-	-	-	-	13.08.2022	0,1	0,3	0,3	0,1
14.06.2022	-	0,1	0,2	0,1	14.07.2022	-	-	-	-	14.08.2022	0,1	0,2	0,3	0,1
15.06.2022	0,1	0,2	0,3	0,1	15.07.2022	-	-	-	-	15.08.2022	0,1	0,2	0,3	0,1
16.06.2022	0,05	0,1	0,4	0,05	16.07.2022	0,05	0,2	0,4	-	16.08.2022	0,1	0,4	0,4	0,2
17.06.2022	0,1	0,2	0,3	0,05	17.07.2022	0,1	0,2	0,3	-	17.08.2022	0,1	0,4	0,4	0,2
18.06.2022	0,1	0,2	0,3	0,05	18.07.2022	0,05	0,2	0,2	-	18.08.2022	0,1	0,4	0,3	0,2
19.06.2022	0,05	0,1	0,5	0,05	19.07.2022	0,1	0,2	0,3	-	19.08.2022	0,1	0,3	0,4	0,2
20.06.2022	0,1	0,2	0,3	0,05	20.07.2022	0,05	0,2	0,4	0,05	20.08.2022	0,1	0,2	0,5	0,1
21.06.2022	0,05	0,1	0,4	0,05	21.07.2022	0,1	0,2	0,3	0,1	21.08.2022	0,1	0,1	0,4	0,1
22.06.2022	0,1	0,2	0,3	0,1	22.07.2022	0,2	0,4	0,4	0,1	22.08.2022	0,1	0,2	0,3	0,1
23.06.2022	0,1	0,3	0,3	0,1	23.07.2022	0,1	0,3	0,4	0,1	23.08.2022	0,1	0,2	0,4	0,1
24.06.2022	0,1	0,2	0,5	0,1	24.07.2022	0,1	0,2	0,5	0,1	24.08.2022	0,1	0,4	0,2	0,1
25.06.2022	0,1	0,3	0,4	0,1	25.07.2022	0,1	0,2	0,3	0,1	25.08.2022	0,1	0,4	0,2	0,1
26.06.2022	0,1	0,3	0,5	0,1	26.07.2022	0,1	0,3	0,3	0,1	26.08.2022	0,1	0,2	0,1	0,05
27.06.2022	0,1	0,4	0,5	0,1	27.07.2022	0,1	0,3	0,2	0,1	27.08.2022	0,1	0,2	0,2	0,1
28.06.2022	0,1	0,2	0,3	0,1	28.07.2022	0,1	0,2	0,3	0,05	28.08.2022	0,2	0,3	0,3	0,2
29.06.2022	0,05	0,1	0,5	0,05	29.07.2022	0,1	0,2	0,2	0,05	29.08.2022	0,1	0,2	0,3	0,1
30.06.2022	0,1	0,2	0,4	0,1	30.07.2022	0,05	0,1	0,3	0,05	30.08.2022	0,05	0,1	0,3	0,05
					31.07.2022	0,1	0,3	0,2	0,05	31.08.2022	0,1	0,2	0,3	0,05

3. Архив данных метеопараметров за холодный период

Декабрь								Январь								Февраль							
Дата	T	f влаж	dd	ff	ОСАДКИ	DD	Дата	T	f влаж	dd	ff	ОСАДКИ	DD	Дата	T	f влаж	dd	ff	ОСАДКИ	DD			
01.12.2021	-7,2	93	З	3	1,3	270	01.01.2022	-0,5	91	З	4	0,7	270	01.02.2022	-4,9	98	СВ	2	3,0	45			
02.12.2021	-11	94	З	1	0,0	270	02.01.2022	-9,4	95	З	2	0,0	270	02.02.2022	-5,9	97	ССВ	1	1,2	23			
03.12.2021	-10,5	96	ВСВ	1	4,0	68	03.01.2022	-7,8	95	В	2	2,2	90	03.02.2022	-9,2	91	штиль	0	0,0	338			
04.12.2021	-7,3	97	СВ	2	6,0	45	04.01.2022	-6,2	98	ВЮВ	2	5,0	113	04.02.2022	-11,9	93	ЮЮВ	1	0,0	158			
05.12.2021	-15,6	90	ВСВ	1	0,0	68	05.01.2022	-0,4	100	ЮЮВ	3	9,0	158	05.02.2022	-7,5	88	ЮЮВ	4	2,0	158			
06.12.2021	-20,3	87	ВСВ	1	2,0	68	06.01.2022	-3,7	98	З	2	2,9	270	06.02.2022	-3,5	93	Ю	3	1,4	180			
07.12.2021	-15,6	91	СВ	1	1,6	45	07.01.2022	-11,8	93	З	3	3,0	270	07.02.2022	0,2	98	В	2	6,0	90			
08.12.2021	-13,2	94	З	1	0,0	270	08.01.2022	-12,4	94	З	2	0,4	270	08.02.2022	-0,7	99	З	1	2,4	270			
09.12.2021	-12,6	94	штиль	0	0,0	225	09.01.2022	-6,8	98	Ю	1	3,0	180	09.02.2022	-1,2	97	ЮЮЗ	2	2,0	203			
10.12.2021	-17,7	90	В	1	0,0	90	10.01.2022	-7,6	97	С	2	0,6	360	10.02.2022	0,4	93	ЗЮЗ	4	4,0	248			
11.12.2021	-5,8	85	ВЮВ	2	0,0	113	11.01.2022	-11,9	95	ЮЮЗ	1	0,0	203	11.02.2022	-0,4	87	З	4	0,0	270			
12.12.2021	-5,9	95	ЮЮВ	2	0,0	158	12.01.2022	-15,9	91	ЮЮЗ	2	0,3	203	12.02.2022	-3,2	90	З	3	2,0	270			
13.12.2021	-3,0	99	ЮЗ	2	8,1	225	13.01.2022	-1,1	97	З	5	2,3	270	13.02.2022	0,1	94	ЮЗ	4	6,0	225			
14.12.2021	-1,0	96	Ю	3	1,1	180	14.01.2022	0,6	82	ЗСЗ	4	0,4	293	14.02.2022	0,3	93	ЮЗ	4	5,0	225			
15.12.2021	0,2	99	ЮЗ	3	5,0	225	15.01.2022	-0,9	76	СЗ	3	0,2	315	15.02.2022	1,6	80	Ю	3	1,1	180			
16.12.2021	1,5	100	З	3	4,2	270	16.01.2022	-3,7	92	ЮЗ	3	0,8	225	16.02.2022	1,9	85	ЮЮЗ	4	0,9	203			
17.12.2021	0,2	95	СЗ	2	0,7	315	17.01.2022	-1,7	91	З	3	4,1	270	17.02.2022	0,9	98	Ю	4	8,0	180			
18.12.2021	-1,0	95	З	2	1,0	270	18.01.2022	-7,0	77	ЗСЗ	3	0,0	293	18.02.2022	0,3	94	ЗЮЗ	5	2,0	248			
19.12.2021	-1,9	98	ЗСЗ	3	9,0	293	19.01.2022	-1,5	98	ЮЗ	4	1,1	225	19.02.2022	0,5	91	ЮЮЗ	3	4,0	203			
20.12.2021	-9,7	92	ССВ	3	8,0	23	20.01.2022	0,7	97	Ю	4	6,0	180	20.02.2022	-1,8	92	З	3	0,5	270			
21.12.2021	-15,2	91	ЗСЗ	2	1,4	293	21.01.2022	-2,4	100	Ю	1	2,5	180	21.02.2022	-0,8	93	В	2	1,9	90			
22.12.2021	-11,7	94	СЗ	4	3,5	315	22.01.2022	-3,9	99	ССВ	2	2,4	23	22.02.2022	-0,1	100	С	2	9,0	360			
23.12.2021	-8,3	93	ЮЗ	4	3,2	225	23.01.2022	-8,9	94	Ю	2	0,2	180	23.02.2022	-5,0	92	СЗ	2	0,0	315			
24.12.2021	-6,4	96	ЮЮЗ	3	8,0	203	24.01.2022	-3,8	100	ЮЮЗ	4	1,3	203	24.02.2022	-2,0	83	ЮЮЗ	5	0,0	203			
25.12.2021	-14,2	93	З	2	1,2	270	25.01.2022	-2,4	99	ЮЗ	3	2,0	225	25.02.2022	0,9	85	Ю	6	0,5	180			
26.12.2021	-18,5	89	З	2	0,6	270	26.01.2022	-7,6	98	ЮЮЗ	2	0,0	203	26.02.2022	-0,3	85	З	3	2,0	270			
27.12.2021	-11,9	95	З	2	0,4	270	27.01.2022	-5,9	98	Ю	3	2,0	180	27.02.2022	-3,2	71	ЮЮЗ	2	0,0	203			
28.12.2021	-11,2	96	Ю	1	0,0	180	28.01.2022	-3,5	99	В	2	6,0	90	28.02.2022	-2,1	84	ЗЮЗ	3	0,0	248			
29.12.2021	-7,1	93	Ю	3	0,0	180	29.01.2022	-4,6	95	З	3	0,5	270										
30.12.2021	-9,0	94	Ю	3	0,0	180	30.01.2022	-3,8	95	ВЮВ	3	6,0	113										
31.12.2021	-4,1	98	Ю	3	6,0	180	31.01.2022	-4,2	98	ВСВ	2	4,0	68										

4. Архив данных метеопараметров за тёплый период

Июнь						Июль						Август								
Дата	T	f влаж	dd	ff	ОСАДКИ	DD	Дата	T	f влаж	dd	ff	ОСАДКИ	DD	Дата	T	f влаж	dd	ff	ОСАДКИ	DD
01.06.2022	15,5	61	Ю	2	0,0	180	01.07.2022	22,7	52	СВ	1	0,0	45	01.08.2022	15,3	86	ЮЮВ	1	9,0	158
02.06.2022	15,9	68	ЮЮЗ	3	4,0	203	02.07.2022	24,5	51	Ю	1	0,0	180	02.08.2022	16,8	94	ЗЮЗ	2	2,5	248
03.06.2022	13,4	82	ЮЗ	3	0,7	225	03.07.2022	23,9	64	З	2	0,0	270	03.08.2022	19,0	78	ЮЗ	1	0,0	225
04.06.2022	12,7	88	З	2	1,5	270	04.07.2022	22,7	62	З	2	0,0	270	04.08.2022	21,1	72	ЮЮЗ	2	0,0	203
05.06.2022	15,4	71	З	2	0,0	270	05.07.2022	19,5	78	З	1	15,0	270	05.08.2022	22,8	57	ЮЮЗ	2	0,0	203
06.06.2022	13,9	63	З	2	3,0	270	06.07.2022	18,1	69	ЮЮЗ	1	0,0	203	06.08.2022	22,0	79	Ю	3	15,0	180
07.06.2022	14,4	60	З	1	0,0	270	07.07.2022	16,9	79	ЮЗ	1	0,7	225	07.08.2022	16,2	74	З	2	0,9	270
08.06.2022	17,6	46	Ю	2	0,4	180	08.07.2022	16,9	74	З	1	0,0	270	08.08.2022	14,9	85	ЮЗ	1	4,0	225
09.06.2022	17,0	77	ЗЮЗ	2	2,0	248	09.07.2022	17,7	78	ЮЮЗ	2	4,0	203	09.08.2022	15,7	78	С	1	0,0	360
10.06.2022	17,3	67	З	2	0,0	270	10.07.2022	16,8	91	ВЮВ	1	9,0	113	10.08.2022	16,3	72	ЗЮЗ	1	0,0	248
11.06.2022	18,5	68	ССВ	1	0,0	23	11.07.2022	16,2	95	ССВ	1	4,0	23	11.08.2022	18,2	67	ЮЗ	2	0,0	225
12.06.2022	18,3	68	З	1	0,0	270	12.07.2022	19,5	92	ССВ	2	28,0	23	12.08.2022	20,2	73	ЮЗ	2	0,0	225
13.06.2022	17,1	64	З	2	0,3	270	13.07.2022	20,3	71	Ю	2	0,0	180	13.08.2022	18,4	84	ЮЗ	1	0,0	225
14.06.2022	12,7	90	ЗЮЗ	1	3,0	248	14.07.2022	17,7	73	Ю	2	0,6	180	14.08.2022	18,3	75	СВ	1	0,0	45
15.06.2022	13,8	90	ЗСЗ	1	8,0	293	15.07.2022	16,4	72	ЮЮЗ	2	0,0	203	15.08.2022	21,3	79	СВ	1	0,0	45
16.06.2022	14,8	75	З	3	11,0	270	16.07.2022	15,3	69	ЮЮЗ	3	0,4	203	16.08.2022	23,9	65	ЮВ	2	0,0	135
17.06.2022	12,2	78	ЗСЗ	2	0,1	293	17.07.2022	14,3	80	ЮЮЗ	2	0,5	203	17.08.2022	23,6	65	ЮЮВ	2	0,0	158
18.06.2022	13,7	81	ЗСЗ	1	4,0	293	18.07.2022	14,2	79	З	2	1,0	270	18.08.2022	23,3	68	ЮЮВ	1	0,0	158
19.06.2022	15,2	80	З	3	5,8	270	19.07.2022	16,8	75	З	2	0,0	270	19.08.2022	23,1	64	ВЮВ	2	0,0	113
20.06.2022	13,2	79	З	1	0,4	270	20.07.2022	16,8	76	СЗ	2	1,2	315	20.08.2022	22,2	56	ЮЮВ	2	0,0	158
21.06.2022	13,7	71	ССВ	2	0,7	23	21.07.2022	21,6	67	С	2	0,0	360	21.08.2022	17,4	74	ЮВ	1	0,0	135
22.06.2022	14,6	64	С	1	0,0	360	22.07.2022	22,5	68	ЮЗ	1	0,0	225	22.08.2022	19,7	69	Ю	2	0,0	180
23.06.2022	16,8	64	ЮЗ	1	0,0	225	23.07.2022	22,7	72	ЮЮЗ	2	0,8	203	23.08.2022	21,1	82	СВ	1	0,4	45
24.06.2022	20,0	65	З	2	0,0	270	24.07.2022	19,1	86	З	1	6,0	270	24.08.2022	23,7	69	Ю	2	0,0	180
25.06.2022	21,3	62	ЗЮЗ	1	0,0	248	25.07.2022	18,8	89	З	1	0,0	270	25.08.2022	19,9	82	Ю	1	10,0	180
26.06.2022	24,2	57	З	1	0,0	270	26.07.2022	20,2	71	Ю	2	0,0	180	26.08.2022	16,2	92	СВ	1	0,0	45
27.06.2022	25,4	53	З	1	0,0	270	27.07.2022	19,8	77	ЮЗ	2	0,1	225	27.08.2022	19,0	86	СВ	1	0,0	45
28.06.2022	21,5	62	ВСВ	1	0,0	68	28.07.2022	16,7	76	ЮЗ	2	0,0	225	28.08.2022	22,1	76	Ю	1	0,0	180
29.06.2022	20,4	55	В	1	0,0	90	29.07.2022	16,7	79	З	2	0,0	270	29.08.2022	19,0	85	ССВ	2	0,0	23
30.06.2022	20,0	57	СВ	1	0,0	45	30.07.2022	16,4	80	З	2	3,0	270	30.08.2022	13,9	92	ССВ	3	16,0	23
							31.07.2022	15,7	79	ЗЮЗ	1	0,0	248	31.08.2022	9,3	99	С	3	50,0	360