



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:** «Экологическая обстановка в Красногвардейском р-не Санкт-Петербурга в летний период»

**Исполнитель** Супалдьярова Асем Сулейменовна  
(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)

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

Восканян Карина Левановна

«28» июня 2024 г.

Санкт-Петербург  
2024

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	4
1 Загрязнение атмосферного воздуха	7
1.1 Проблема загрязнения атмосферы городов	7
1.1.1 Загрязнение атмосферы городов в регионах мира	8
1.2 Классификация источников загрязнения атмосферы	11
1.2.1 Классификация по типу системы, из которых выбрасываются вредные вещества	12
1.2.2 Классификация по расположению источников в потоке ветра	12
1.2.3 Классификация по способу вывода загрязненного воздуха в атмосферу	14
1.2.4 Классификация по температуре выбрасываемой газовой смеси	15
1.2.5 Классификация по режиму работы	16
1.2.6 Классификация по степени централизации	16
1.3 Нормирование качества воздуха	17
1.4 Влияние физических факторов на качество воздуха	19
1.4.1 Последствия сгорания топливных жидкостей	20
1.4.2 Шумовое воздействие промышленных предприятий и автотранспорта	21
1.4.3 Пыль и другие аэрозоли	22
2 Физико-географическая характеристика г. Санкт-Петербург	24
2.1 Общегеографическая характеристика	24
2.2 Климатические условия	26
2.2.1 Температурный режим	26
2.2.2 Облачность, влажность и атмосферные осадки	28
2.2.3 Снежный покров и ледовый режим	29

2.3	Экологическая ситуация	31
2.4.1	Состояние атмосферного воздуха	31
2.4.2	Радиационная обстановка	34
2.4.3	Водные ресурсы	35
2.4.4	Почвы и земельные ресурсы	38
3	Экологическая обстановка в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга в летний период в 2023 году	43
3.1	Красногвардейский район Санкт-Петербурга	43
3.2	Анализ экологической обстановки в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга в летний период 2023 года	44
3.3	Влияние метеорологических параметров на загрязнение атмосферного воздуха	53
	Заключение	57
	Список литературы	58
	Приложение	62

## Введение

По данным Роспотребнадзора, 25 тысяч смертей (1% общей смертности) и почти 4,3 млн случаев заболеваний (6% заболеваемости) в России в 2022 году были обусловлены плохой экологией — неудовлетворительным качеством атмосферного воздуха, питьевых вод, почв, небезопасными продуктами питания, физическими факторами, такими как шум, электромагнитное излучение, вибрация, освещённость. Влияние химического, биологического и других видов загрязнения окружающей среды испытывают на себе более 90 миллионов человек (63,6% населения страны) [1].

Геоэкологические проблемы с каждым днем становятся более значимыми для человека. Число городского населения за последние 20 лет увеличилось в 2 раза. В настоящее время более половины населения мира живёт в городах, а число мегаполисов с населением более 10 миллионов человек в 2024 году достигло значения 34. Токсические вещества, которые «курсируют» в мегаполисах в больших количествах, наносят непоправимый вред природным экосистемам, загрязняя такие жизненно важные источники ресурсов, как водоёмы и почва [2]. Именно поэтому проблема загрязнения атмосферного воздуха крупных городов является одной из самых значимых геоэкологических проблем. Очень важным для Санкт-Петербурга является упадок экологического состояния воздушного бассейна.

Город Санкт-Петербург является:

- историко-культурным центром мирового уровня;
- образовательным, научным и инновационным центром;
- столичным городом;
- центром промышленности;
- деловым и туристическим центром;
- транспортно-транзитным центром.

Сильнее всего воздух Санкт-Петербурга загрязняет автомобильный транспорт и промышленные предприятия. Количество машин на дорогах растет, и объём вредных выбросов от них остаётся высоким. Выбросы загрязняющих веществ от промышленных предприятий и других стационарных источников за 2020 год достигли 67 тысяч тонн. По сравнению с уровнем 2010 года, этот показатель вырос на 22%. Кроме промышленности в эту категорию относят ТЭЦ, мусорные полигоны, мусоросжигательные заводы, очистные и канализационные сооружения — они также вносят существенный вклад в загрязнение атмосферы [3].

**Целью** работы является оценка экологической обстановки в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга и влияние на неё метеорологических параметров.

Для достижения цели выстраивается ряд **задач**, а именно:

- 1) Построить графики распределения концентрации загрязняющих веществ, графики хода метеорологических параметров за летний период года;
- 2) Проанализировать полученные графики загрязняющих веществ;
- 3) Сделать выводы по анализу данных.

**Объектом** исследования являются данные, полученные со станций экологического мониторинга воздуха: №13 (Шоссе Революции, д.84) и № 14 (Уткин проспект, д.16).

**Предметом** исследования являются измерения концентраций загрязняющих веществ: CO, PM<sub>10</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> за летний (июнь, июль, август) период 2023 года.

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

Первая глава посвящена загрязнению атмосферного воздуха. Вторая глава посвящена физико-географической характеристике г. Санкт-Петербург. Третья глава посвящена оценке экологической обстановки в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга и оценке влияния на

концентрации загрязняющих веществ метеорологических параметров. В заключение работы сделаны основные выводы по результатам исследования.

## 1 Загрязнение атмосферы крупных городов

### 1.1 Проблема загрязнения атмосферы городов

Проблема загрязнения воздуха в городах становится все более и более актуальной. Таким образом, промышленные организации и автомобили – главная причина загрязнения в мегаполисе. Следует учитывать, что водные транспортные средства также вредны для окружающей среды.

Автомобильные транспортные средства являются одним из главных источников отрицательного влияния на окружающую среду регионов, для которых необходимо рассмотреть практику градостроительной деятельности. Именно этот источник сильно загрязняет воздух, в особенности на высоте 1-2 метров. По этой причине для создания решения по устранению проблем, которые связаны с химическим и физическим загрязнением воздуха создается документация планирования территории – генеральные планы населенных территорий, которые учитывают комплекс мер с целью снизить отрицательное воздействие автомобильного транспорта [4].

Например, в соответствии с действующим Генеральным планом г. Санкт-Петербурга [5], одной из целей которого является обеспечение защиты здоровья и среды обитания человека от отрицательного влияния автотранспорта. Предусматривается комплекс мероприятий, который будет описан далее:

- совершенствование транспортно-планировочной структуры и развитие улично-дорожной сети Санкт-Петербурга;
- поэтапное стимулирование использования общественного и велосипедного транспорта, дестимулирование использования личного автомобильного транспорта в центральной части Санкт-Петербурга, в том числе путем развития системы перехватывающих парковок вблизи станций метрополитена

- расширение сети общественного транспорта;
- постоянное снижение объема выбросов от городского пассажирского транспорта.

### 1.1.1 Загрязнение атмосферы городов в регионах мира

Рассмотрим самые густонаселенные города в мире на 2024 год с целью выявления загрязнения по данным международного информационного ресурса качества атмосферы в настоящем времени [6]. В таблице 1 представлен список рассматриваемых городов.

Таблица 1. Крупнейшие города мира по численности населения

№	Город, страна	Численность населения
1	Токио, Япония	37,4 млн человек
2	Дели, Индия	29,4 млн человек
3	Шанхай, Китай	23,4 млн. человек
4	Сан-Паулу, Бразилия	21,8 млн. человек
5	Мехико, Мексика	21,7 млн. человек
6	Каир, Египет	20,5 млн. человек
7	Дакка, Бангладеш	20,3 млн. человек
8	Мумбаи, Индия	20,2 млн человек
9	Пекин, Китай	20 млн человек
10	Осака, Япония	19,2 млн человек

Индекс качества воздуха (параметр оценки, который применяется в Канаде, США, Китае, Европейских странах и т.д.) показывает загрязнение воздуха в реальном времени. В соответствии с отчетом [7], данный индекс вычисляется по формуле:

$$I = \frac{I_{high} - I_{low}}{C_{high} - C_{low}} (C - C_{low}) + I_{low} \quad (1)$$

где:

C - Концентрация загрязняющего вещества.

$C_{low}$  - Концентрация контрольной точки, которая составляет  $\leq C$ .

$C_{high}$  - Концентрация контрольной точки, которая составляет  $\geq C$ .

$I_{low}$  - Индекс контрольной точки, соответствующий  $C_{low}$ .

$I_{high}$  - Индекс контрольной точки, соответствующий  $C_{high}$ .



Рисунок 1.1 – Загрязнение воздуха в Токио и Дели

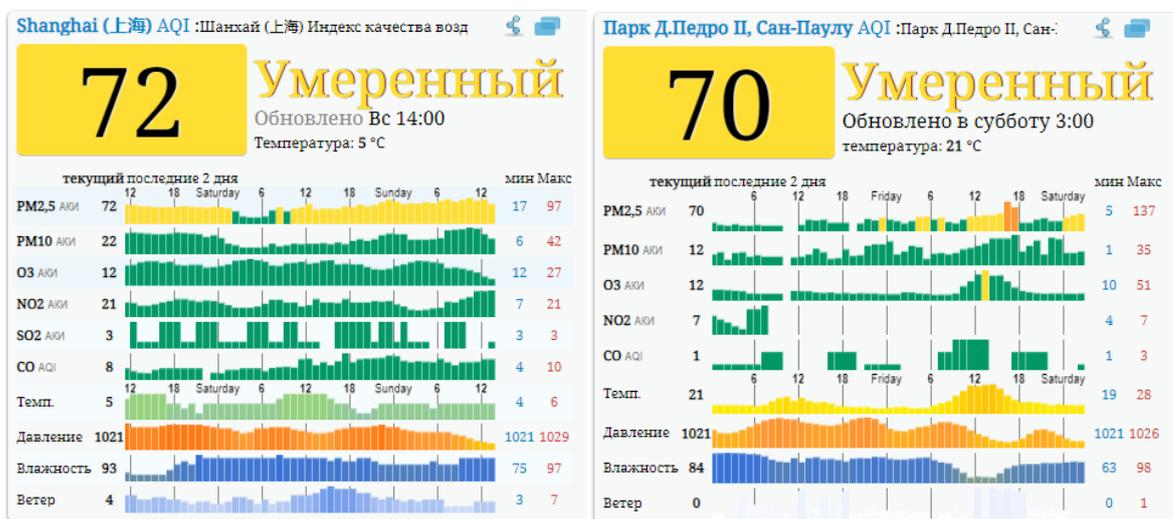


Рисунок 1.2 – Загрязнение воздуха в Шанхае и Сан-Паулу

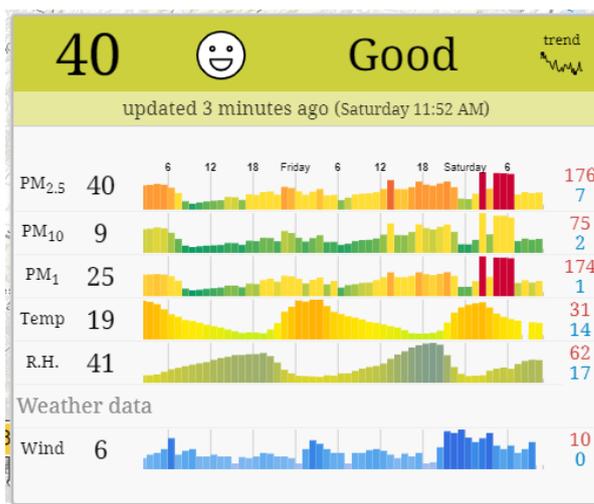


Рисунок 1.3 – Загрязнение воздуха в Мехико и Каире

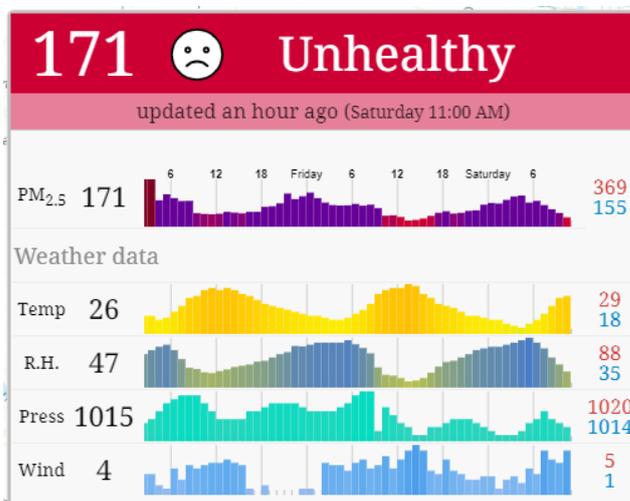


Рисунок 1.4 – Загрязнение воздуха в Дакке и Мумбаи

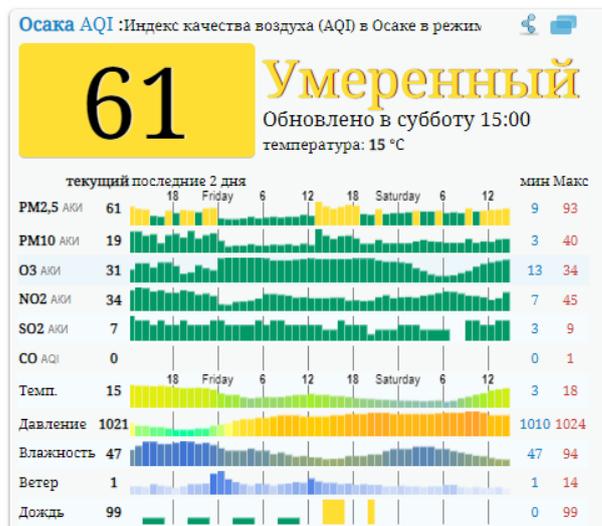


Рисунок 1.5 – Загрязнение воздуха в Пекине и Осаке

Ниже на рисунке 1.6 представлена таблица с критериями оценки загрязнения воздуха по значению индекса качества воздуха.

Индекс качества воздуха (ИКВ = AQI) Значения	Уровни концерна здравоохранения
0 - 50 хорошо	Качество воздуха считается удовлетворительным, и загрязнение воздуха представляется незначительным в пределах нормы.
51 -100 удовлетворительное	Качество воздуха является приемлемым; однако некоторые загрязнители могут представлять опасность для людей, являющихся особо чувствительным к загрязнению воздуха.
101-150 Нездоровый для чувствительных групп	Может оказывать эффект на особо чувствительную группу лиц. На среднего представителя не оказывает видимого воздействия.
151-200 нездоровый	Каждый может начать испытывать последствия для своего здоровья; особо чувствительные люди могут испытывать более серьезные последствия.
201-300 Очень Нездоровый	Опасность для здоровья от чрезвычайных условий. Это отразится, вероятно, на всем населении.
300+ опасный	Опасность для здоровья: каждый человек может испытывать более серьезные последствия для здоровья

Рисунок 1.6 – Диапазоны оценки качества воздуха

На рисунках 1.1-1.5 показаны значения концентраций загрязняющих веществ. Из данных мы делаем вывод, что самые высокие значения ИКВ в Пекине (192), Нью-Дели (189), Дакке (171) и Мумбаи (154), в этих городах уровень загрязнения характеризуется как нездоровый. В Шанхае (72), Сан-Паулу (70), Каире (63) и Осаке (61) качество воздуха удовлетворительное или умеренный уровень загрязнения атмосферы. Из 10 самых населенных городов мира всего два с хорошим качеством воздуха: Мехико (40) и столица Японии, самый населенный город в мире - Токио (24).

## 1.2 Классификация источников загрязнения атмосферного воздуха

Загрязнение атмосферного воздуха – поступление в атмосферный воздух или образование вредных (загрязняющих) веществ в концентрациях, превышающих установленные государством гигиенические и экологические нормативы качества атмосферного воздуха [8].

Источники загрязнений могут быть классифицированы по следующим принципам:

- тип систем, из которых выбрасываются вредные вещества;
- расположение источников в потоке ветра;
- способ вывода в атмосферу;
- температура выбрасываемой газовой смеси;
- режим работы во времени;
- степень централизации;
- дальность распространения [8].

1.2.1 Классификация по типу системы, из которых выбрасываются вредные вещества

По типу системы источники делятся на: технологические и вентиляционные.

К технологическим относятся хвостовые газы установок улавливания (адсорбции, рекуперации), выбросы при продувке, из воздушных аппаратов, утечки через неплотность оборудования и сальники. Характеризуются малыми объемами и высокими концентрациями, их обычно нужно очищать.

Вентиляционные выбросы - выбросы механической и естественной общеобменной вентиляции и местной вытяжной вентиляции. Характеризуются большими объемами и низким содержанием вредных веществ. Выбросы от местных отсосов, по сути, приближаются к технологическим [9].

1.2.2 Классификация по расположению источников в потоке ветра

По расположению источники делятся на высокие и низкие.

Под эффективной высотой выброса ( $H_3$ ) понимают сумму геометрической высоты трубы ( $H_{тр}$ ) и высоты подъема струи ( $\Delta H$ ) загрязненного воздуха над устьем источника под действием направленного вверх начального импульса струи и сил плавучести, возникающих из-за того, что плотность загрязненного воздуха, вытекающего из источника, меньше плотности окружающей среды [10].

$$H_3 = H_{тр} + \Delta H \quad (2)$$

К высоким (незатененным) источникам относятся точечные источники - трубы высотой более  $3,5H_{зд}$ . При такой высоте можно пренебречь влиянием на распространение примесей деформации потока ветра, вызванной строениями. Как известно, на распространение вредных веществ также мало сказывается турбулентность потока, образующаяся при срывах у острых кромок здания, и определяющей является турбулентность самой атмосферы.

При эффективной высоте выброса в пределах  $2,5H_{зд} < H_3 < 3,5H_{зд}$  имеет место переходная область. В этой области на распространение вредных веществ влияет атмосферная турбулентность и турбулентность за счет срыва потока ветра на краях зданий.

Низкие (затененные) источники – источники, эффективная высота выброса из которых меньше высоты циркуляционной зоны, возникающей над и за зданием. В этом случае выброс загрязняет в первую очередь циркуляционную зону, таким образом, максимальная концентрация вредного вещества наблюдается в пределах этой зоны [10].

В зависимости от скорости ветра, источники в циркуляционной зоне будут низкими или высокими. Из них выходит воздух, имеющий направленный вверх начальный импульс. Данные источники относят к 1 группе.

При большой скорости подъем струи над устьем источника мал, и струя загрязненного воздуха сдувается потоком ветра в циркуляционную зону. В этом случае источник следует рассматривать как низкий.

По мере уменьшения скорости подъем струи возрастает, и при определенной скорости струя будет распределяться вне циркуляционной зоны. Таким образом, низкий источник при малых скоростях становится высоким, что имеет большое значение для охраны приземного слоя атмосферы от загрязнений [10].

При штиле в приземном слое концентрации вредных веществ, выбрасываемых из низких источников 1 группы, близки к нулю.

Ко 2 группе отнесены размещенные в циркуляционной зоне низкие выбросы, из которых загрязненный воздух с температурой, близкой к температуре окружающей среды, поступает в атмосферу, не имея направленного вверх начального импульса.

Выбросы 2 группы - низкие и не переходят при малых скоростях ветра в высокие. К этой группе относятся выбросы через трубы и крышные вентиляторы с колпаками, через неплотность открыто расположенного оборудования и трубопроводов. Такие источники наиболее опасны в отношении приземного слоя атмосферы при низких скоростях ветра [10].

### 1.2.3 Классификация по способу вывода загрязненного воздуха в атмосферу

По способу вывода загрязненного воздуха в атмосферу источники делятся на канализированные (организованные) и неканализированные (неорганизованные).

К канализированным выбросам относятся выбросы через трубы и шахты. К неканализированным - выбросы через фонари. Выделение вредных веществ через неплотности оборудования, выбросы в результате отсутствия или неудовлетворительной работы оборудования по отсосу газа в местах

загрузки, выгрузки и хранения веществ, испарения с открытой поверхности жидкости.

Канализованные выбросы поддаются очистке и контролю. Неканализованные, как правило, не очищают, и контроль их затруднен.

#### 1.2.4 Классификация по температуре выбрасываемой газовой смеси

По температуре газовой смеси (ГВС) делятся на:

- сильно нагретые  $\Delta t = t - t_{\text{окр}} > 100 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- нагретые  $20 \text{ }^\circ\text{C} < \Delta t < 100 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- слабо нагретые  $5 \text{ }^\circ\text{C} < \Delta t < 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
- изотермические  $\Delta t = 0$ ;
- охлажденные  $\Delta t < 0$ .

К первой группе относятся дымовые газы, горящие факелы на НХЗ. выбросы из сушилок и др. оборудования. процессы в которых протекают при высоких температурах. Подъемная сила поднимает такие выбросы над устьем трубы, что способствует их рассеиванию [9].

Для предприятий химической промышленности характерны выбросы 2-4 групп.

Охлаждённые ГВС попадают в атмосферу из оборудования, в котором поддерживается низкая температура; при истечении газов из оборудования, среда в котором находится под давлением и при низких температурах, из помещений с кондиционированием воздуха. Такие выбросы опускаются вниз и рассеиваются слабо. Аналогичное явление наблюдается при выбросе в атмосферу воздуха, загрязненного газами и парами с плотностью выше плотности воздуха [9].

### 1.2.5 Классификация по режиму работы

По режиму работы выбросы делятся на:

- постоянно действующие с равномерным валовым выбросом или меняющимся по определенному закону (выбросы от технологического оборудования);
- периодические (продувка аппаратов);
- залповые, когда за короткий промежуток времени выбрасывается большое количество вредных веществ [8].

### 1.2.6 Классификация по степени централизации

По степени централизации выбросы подразделяются на централизованные и децентрализованные.

В первом случае выброс собирается в одну или две трубы. Высокие централизованные выбросы обеспечивают чистоту воздуха на самой промплощадке и хорошее рассеивание в высоких слоях атмосферы.

Во втором случае от каждого агрегата устраивают самостоятельный выброс. При такой ситуации имеется большое число невысоких труб, выбросы из которых загрязняют приземный слой и затрудняет забор чистого воздуха для систем приточной вентиляции зданий.

К децентрализованным выбросам относят выбросы через фонари, воздухоотводы от химических аппаратов и емкостей, утечки вредных газов и паров через неплотности оборудования, расположенного на заводских площадках [11].

### 1.3 Нормирование качества воздуха

Под качеством атмосферного воздуха понимают совокупность свойств атмосферы, определяющую степень воздействия физических, химических и биологических факторов на людей, растительный и животный мир, а также на материалы, конструкции и окружающую среду в целом.

Нормативами качества воздуха определены допустимые пределы содержания вредных веществ как в производственной (предназначенной для размещения промышленных предприятий, опытных производств научно-исследовательских институтов и т.п.), так и в селитебной зоне (предназначенной для размещения жилого фонда, общественных зданий и сооружений) населенных пунктов. Основные термины и определения, касающиеся показателей загрязнения атмосферы, программ наблюдения, поведения примесей в атмосферном воздухе определены ГОСТом 17.2.1.03-84. Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения [12].

Предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны ( $\text{ПДК}_{\text{рз}}$ ) — концентрация, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 часов, или при другой продолжительности, но не более 41 часа в неделю, на протяжении всего рабочего стажа не должна вызывать заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами исследования, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений. Рабочей зоной следует считать пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которой находятся места постоянного или временного пребывания рабочих [12].

Как следует из определения,  $\text{ПДК}_{\text{рз}}$  представляет собой норматив, ограничивающий воздействие вредного вещества на взрослую работоспособную часть населения в течение периода времени, установленного трудовым законодательством. Совершенно недопустимо

сравнивать уровни загрязнения селитебной зоны с установленными ПДК<sub>рз</sub>, а также говорить о ПДК в воздухе вообще, не уточняя, о каком нормативе идет речь.

Предельно допустимая концентрация максимально разовая (ПДК<sub>мр</sub>) — концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, не вызывающая при вдыхании в течение 20 минут рефлекторных (в том числе, субсенсорных) реакций в организме человека.

Таблица 2. Соотношение различных видов ПДК в воздухе для некоторых веществ

Вещество	ПДК <sub>сс</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ПДК <sub>мр</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ПДК <sub>рз</sub> , мг/м <sup>3</sup>
Оксид углерода (II)	0,1	0,6	30
Диоксид азота	0,3	0,1	5
Диоксид серы	0,1	0,4	30

Понятие ПДК<sub>мр</sub> используется при установлении научно-технических нормативов — предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ. В результате рассеяния примесей в воздухе при неблагоприятных метеорологических условиях на границе санитарно-защитной зоны предприятия концентрация вредного вещества в любой момент времени не должна превышать ПДК<sub>мр</sub>.

Предельно допустимая концентрация среднесуточная (ПДК<sub>сс</sub>) — это концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного воздействия при неограниченно долгом (годы) вдыхании. Таким образом, ПДК<sub>сс</sub> рассчитана на все группы населения и на неопределенно долгий период воздействия и, следовательно, является самым жестким санитарно-гигиеническим нормативом, устанавливающим концентрацию вредного вещества в воздушной среде. Именно величина ПДК<sub>сс</sub> может выступать в качестве "эталона" для оценки благополучия воздушной среды в селитебной зоне [12].

Предложен ряд комплексных показателей загрязнения атмосферы (совместно несколькими загрязняющими веществами); наиболее распространенным и рекомендованным методической документацией Госкомэкологии, является комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА). Его рассчитывают как сумму нормированных по ПДК<sub>сс</sub> и приведенных к концентрации диоксида серы средних содержаний различных веществ [12].

Для сопоставления данных о загрязненности несколькими веществами атмосферы разных городов или районов города комплексные индексы загрязнения атмосферы должны быть рассчитаны для одинакового количества ( $n$ ) примесей. При составлении ежегодного списка городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы для расчета комплексного индекса  $Y_n$  используют значения единичных индексов  $Y_i$  тех пяти веществ, у которых эти значения наибольшие.

В последнее время растет число публикаций, описывающих эффекты действия загрязняющих веществ на биоту, в том числе атмосферных примесей на растительность. Так, установлено, что хвойные породы деревьев, лишайники чувствительнее прочих видов реагируют на присутствие в воздухе кислых газов, в первую очередь, сернистого ангидрида. Исследователи предлагают установить предельно допустимые концентрации для диких видов с тем, чтобы использовать эти нормативы при оценке ущерба и ограничении воздействия на особо охраняемые природные объекты. Однако широкое применение чувствительность растений нашла лишь в биологическом мониторинге; экологическое нормирование состояния атмосферного воздуха на практике фактически не реализовано [13].

#### 1.4 Влияние физических факторов на качество атмосферного воздуха

Под загрязнением атмосферы понимается преобразование состава атмосферы вследствие присутствия примесей.

Вредное физическое воздействие на атмосферный воздух – вредное воздействие шума, вибрации, ионизирующего излучения, температурного и других физических факторов, изменяющих температурные, энергетические, волновые, радиационные и другие физические свойства атмосферного воздуха, на здоровье человека и окружающую среду[13].

Главная проблема современности заключается в загрязнении атмосферы, а также во вредном физическом воздействии на атмосферный воздух в мегаполисах. Данная проблема заслуживает колоссального внимания и по сей день является актуальной, так как воздействие автомобильного транспорта и промышленности на жизнедеятельность людей и на окружающую среду весьма значительное. Для установления отрицательного влияния загрязнения на экологическое состояние окружающей среды, а также здоровье человека, определяют ряд пунктов:

- Воздействие выбросов, которые появились в результате сгорания жидкостей топлива;
- Шумовое воздействие автомобилей;
- Различного образования пыль, загрязняющая атмосферу; среди которых пыль, появляющаяся от резиновых шин, также по причине роста объемов продуктов износа или стирания шин.

С целью исследования влияния определённых факторов на атмосферу и здоровье населения был проведен анализ последствий после каждого типа отрицательного влияния[14].

#### 1.4.1 Результат сгорания топливных жидкостей

После того, как происходит процесс сжигания топливных жидкостей и дальнейшее загрязнение выхлопными бассейна воздуха, уваливается процент заболеваемости такими болезнями, как бронхит, бронхиальная астма, инсульт, пневмония и т.п. Также происходит рост смертности по причине ослабленного иммунитета. Дети, которые не достигли шестилетнего

возраста, тяжело переносят подобные проблемы со здоровьем, а у новорождённых происходит нарушения структур, связанных с генами, или, что хуже, это приводит к неизлечимым заболеваниям. Следовательно, увеличивается рост на 10% детской смертности за год.

Для того, чтобы организм здорового человека справился с отравленным воздухом требуется огромное количество физиологических сил, следовательно, происходит упадок работоспособности и производительность труда [14].

#### 1.4.2 Шумовое воздействие промышленных предприятий и автотранспорта

Шум от автомобилей, а также от промышленных компаний несут огромное количество вреда на атмосферный воздух. Шумы, возникающие во время работы двигателя машины, приводят к чрезмерной усталости, которая может применяться в качестве предлога для различных психических и нервных расстройств. На сегодняшний день в мегаполисах постоянно увеличивается порог шума. Это может привести к сокращению человеческой жизни

При постоянном шуме невозможно осуществлять надлежащие дела (плодотворную работу, отдых, сон и т.д.). Вся усталость, которая накапливается со временем, приводит к психическим и нервным расстройствам [14].

Экологические и климатические факторы несут влияние на определение уровней шума. К примеру, в зеленой и насыщенной зоне уровень шума будет намного ниже, в отличии от мегаполиса.

### 1.4.3 Пыль и другие аэрозоли

Качество воздуха в атмосфере обуславливает содержанием взвешенных частиц (пыль). Если пыль является технологическим происхождения, то она описывается огромным множеством объема или формы частиц, химической структуры плотности и т.д. Следовательно, что влияние пыли будет разнообразным на человеческий организм и окружающую среду [15].

Ф.Ф. Эрисман является знаменитым гигиенистом России. В своих работах он выделяет несколько факторов нанесения вреда человеку вследствие повреждений:

- механическое повреждение (органы дыхания из-за резкой концентрации пыли);
- химическое повреждение (отравление пылью, в которой содержатся токсины);
- бактериологическое повреждение (в организм человека попадают патогенные микроорганизмы).

Гигиенисты утверждают о том, что частицы пыли размером не более пяти микрометров имеют возможность попадать значительно в легкие в альвеолы, а с размером от пяти до десяти макромеров содержатся в верхних дыхательных путях и практически не попадают в легкие. Е.А. Штокман говорит, что пыль приносит вред зрению, коже, дыхательной системе, а также влияет на ЖКТ [15].

Пыль можно классифицировать по типу происхождения на:

- 1) Технологическую. Образуется в результате механического измельчения твердых тел, транспортировки и перегрузки пылящих материалов, неполного сгорания горючих веществ, при конденсации (разливка металлов, электросварка и т. п.). Характеризуется большим разнообразием по химическому составу, размеру частиц, их форме, плотности и т.д.

2) Органическую. Содержит частицы растительного или животного происхождения, а также микроорганизмы, обычно находящиеся на них, и продукты их жизнедеятельности.

3) Смешанную. Состоит из органических и неорганических частиц.

#### 1.4.4 Смежные факторы

Зимой, с целью снизить скольжение во время движения, на улицах рассыпают реагенты (противообледенительные химические материалы). Основой для приобретения данных материалов выступают природные источники бишофита ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ), галита ( $NaCl$ ), карналлита ( $KOMgCl_2 \cdot 6H_2O$ ), а также остатки химических удобрений из минеральной или пищевой промышленности [16].

Данные реагенты выступают одним из возможным факторов влияния на окружающую среду. На первый взгляд, их применение приводит к переменам в экосистеме. Однако за последние несколько десятков лет было доказано, что высокий уровень жизни и экономической системы требуют безопасность для транспортных связей. Это оказало влияние на применение соли на зимних дорогах и на исследования их воздействия на окружающей мир.

В последние годы материалы на основе ацетата широко используются за рубежом. Одним из представителей этой группы является СМА ( $[CaMg_2(CH_3COO)_2]_6$  торговая марка Cryotech, США). На сегодняшний день СМА применяют в различных странах для того, чтобы решить проблемы с экологией и проблемы, которые относятся к коррозии металла и отслаиванию цементобетона. СМА является причиной возникновения таких процессов, как низкая коррозия металла, забора, дорожных знаков и т.п. Принято считать, что СМА несет такой же вред, что и водопроводная труба, следовательно, он не раз применяется в качестве стандарта коррозии, где дают оценку остальные антифризные средства [16].

## 2 Физико-географическая характеристика г. Санкт-Петербург

### 2.1 Общегеографическая характеристика

Санкт-Петербург является вторым самым крупным городом Российской Федерации после Москвы. Согласно законодательству Санкт-Петербург имеет статус города федерального значения, а также является центром субъекта федерации Ленинградской области и административным центром Северо-Западного федерального округа. Здесь расположены некоторые органы управления государственного уровня (Геральдический совет при Президенте Российской Федерации, Конституционный Суд Российской Федерации), а также Главное командование Военно-морского флота Вооруженных сил Российской Федерации и Межпарламентская ассамблея стран СНГ [17]. Ниже на рисунке 2.1 представлено местоположение города.

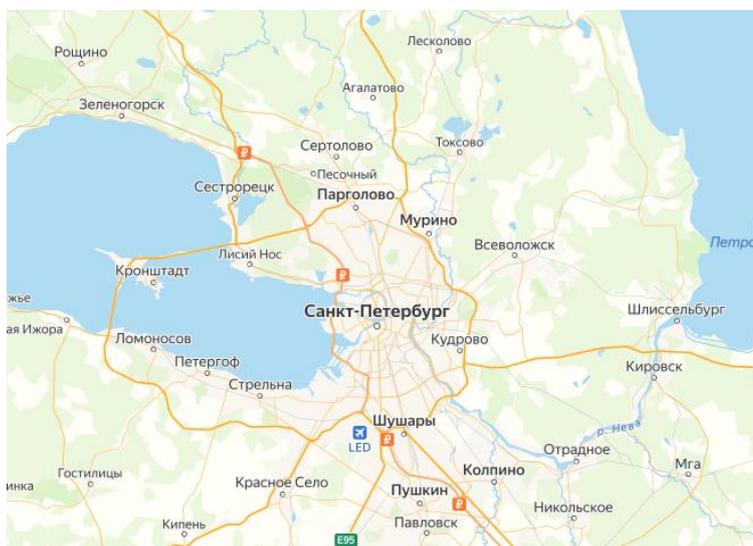


Рисунок 2.1 – Местоположение Санкт-Петербурга

Этот город играл важную роль в историческом развитии российской государственности: был столицей российского государства в 1712–1918 гг., был центром революций, в период Второй мировой войны 872 дня находился в блокаде. Санкт-Петербург удостоен звания Город-Герой [18].

Город располагается в пределах европейской территории страны, на северо-западе страны на берегу Финского залива. В физико-географическом отношении это устье Невы реки и Приневская низменность.

Географические координаты центра Санкт-Петербурга: 59°57'с.ш. 30°19'в.д.

В Санкт-Петербурге по состоянию на 2016 год проживает 5 225 690 человек или 3,6% населения всей России. По прогнозам исследователей к 2030 году в северной столице России будет проживать 5 900 000 человек [18].

Санкт-Петербург является наиболее населенным нестоличным городом в Европе и третьим по численности населения среди всех городов, полностью располагающихся в пределах старого света. Кроме того, это самый северный город мира с населением более 1 миллиона человек.

В современных границах Санкт-Петербург занимает площадь 1439 км<sup>2</sup> и является вторым по площади городом страны после Москвы столицы (после изменения границ Москвы в 2012 году) [20].

Этот город является центром одноименной городской агломерации (Рис. 2.2), которая простирается на расстояние до 50 км от Санкт-Петербурга и занимает суммарно территорию около 11,6 тыс. км<sup>2</sup>.

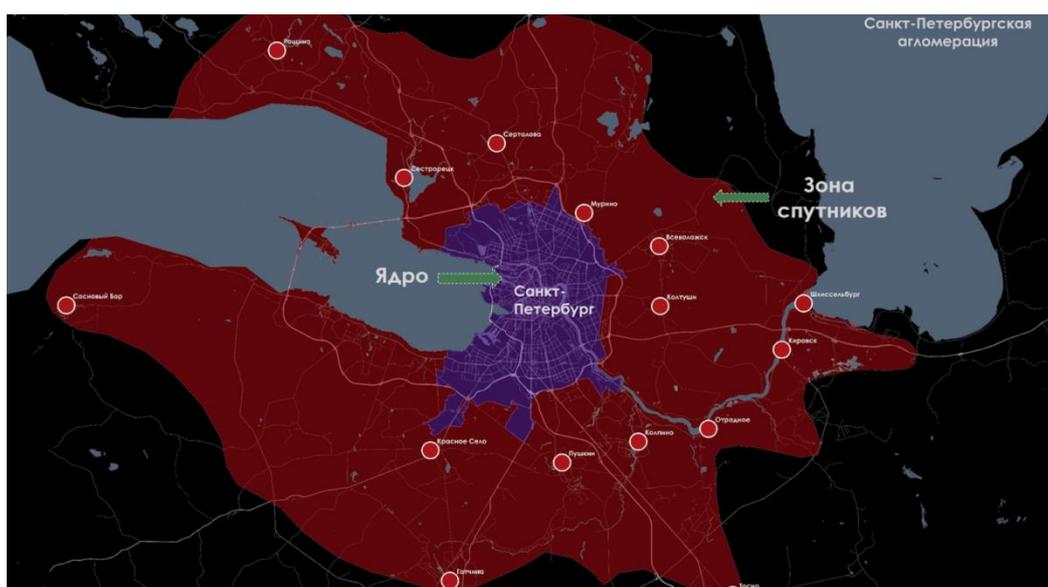


Рисунок 2.2 – Санкт-Петербургская агломерация

В пределах данной агломерации проживает около 5,9 млн человек. Санкт-Петербург — является важнейшим экономическим, транспортным культурным и научным центром России.

## 2.2 Климатические условия

Санкт-Петербург и его окрестности относятся к атлантико-континентальной области умеренного пояса. Климат города имеет черты и морского и континентального, с умеренно мягкой зимой и умеренно теплым летом [19].

### 2.2.1 Температурный режим

Температурный режим Санкт-Петербурга формируется, в основном, под влиянием, двух факторов: радиационного режима и циркуляции атмосферы. Вторжение атлантических воздушных масс (преимущественно юго-западного и западного направлений) сопровождается обычно ветреной пасмурной погодой, а радиационный фактор больше проявляется при формировании антициклонов – в условиях ясной безветренной погоды [17].

Средняя годовая температура воздуха в Санкт-Петербурге, по данным многолетних наблюдений, составляет 5,6°C. При этом наиболее холодные месяцы года – декабрь и февраль со средними температурами –7,9...–10,4°C. Наиболее тёплый месяц года – июль, его средняя суточная температура воздуха составляет 19,5°C.

Суммарное изменение среднегодовой температуры воздуха в Санкт-Петербурге за весь период измерения температуры (с 1752 г.) составило 2°C, средней за зиму 3,4°C и средней за лето 0,5°C. При этом за последние 30 лет температура воздуха повысилась на 1,7°C в среднем за год: на 3,5°C зимой и

на 1,5°C летом [21]. На рис.2.3 представлено изменение средней температуры воздуха по десятилетиям.



Рисунок 2.3 – Средняя температура воздуха в Санкт-Петербурге по десятилетиям с 1870 по 2009 г.

Динамика температуры воздуха в Санкт-Петербурге характеризуется значимым положительным температурным трендом, обусловленным как естественными колебаниями температуры, так и возникновением локального «возмущения» термического режима приземного слоя воздуха, часто именуемого «городским островом тепла». Многие ученые считают, что причиной образования «городского острова тепла» являются выбросы водяного пара, накопление которого под инверсионными слоями увеличивает противоизлучение атмосферы, создавая локальный «парниковый эффект». При этом центр «городского острова тепла» обычно сдвинут от центра города в сторону направления преобладающих ветров. Так, ядро «острова тепла» в Санкт-Петербурге, предположительно, находится в Центральном и Адмиралтейском районах [21].

Стоит отметить, что большинство минимальных значений температуры в Санкт-Петербурге было зарегистрировано ещё в XVIII- начале XX в., в то

время как на начало XXI столетия приходится большинство максимальных значений температуры. Однако нельзя с полной уверенностью утверждать о катастрофическом повышении температуры в последние десятилетия, поскольку «городской остров тепла» отсутствовал в XVIII-XX вв [20].

### 2.2.2 Облачность, влажность и атмосферные осадки

Всего за год в Петербурге бывает, в среднем, 177 пасмурных дней по общей облачности. В дни с солнцем средняя продолжительность солнечного сияния уменьшается от 10,1 часа в июне до 2 часов в декабре.

Поскольку количество выпадающих осадков примерно на 200 - 250 мм превышает испарение влаги, для Санкт-Петербурга характерна высокая влажность воздуха – около 80% (летом – 60-70%, а зимой – 83-88%). Число дней с относительной влажностью не менее 80% варьирует от 140 до 155.

Санкт-Петербург по своему географическому местоположению попадает в зону избыточного увлажнения. Среднегодовая сумма осадков в Санкт-Петербурге за последние 30 лет составляет 653 мм. Выпадение осадков в Санкт-Петербурге определяется, главным образом, интенсивностью циклонической деятельности [18].

В течение года осадки выпадают неравномерно: большая их часть (67%) приходится на теплый период (апрель – октябрь, с максимумом в июле – августе) и только 33% – на холодный (минимум в феврале – марте).

При этом с декабря по февраль преобладают твердые осадки, с мая по октябрь – жидкие, а смешанные (мокрый снег или снег с дождём) не бывают только в июле и августе [22].

В северной части города и на севере пригородной зоны годовое количество осадков больше, чем в центральных районах, примерно на 11% и более чем на 20% соответственно. В устье Невы годовые суммы осадков, напротив, меньше, чем в центре, на 5 - 7%. Еще меньше

осадков выпадает на побережье Финского залива (в поселке Лисий Нос, Петродворце, Стрельне) и на островах (в Кронштадте), где разница с центром достигает 8 - 9%.



Рисунок 2.4 – Среднее количество осадков в Санкт-Петербурге по десятилетиям с 1870 по 2009 г.

Число дней с осадками  $\geq 0,1$  мм колеблется от 155-160 мм на побережье и островах Финского залива до 180-200 мм в центральных и восточных районах города. В целом, число дней с осадками за период 1936-2006 гг. увеличилось на 7,4 дня, или на 32% от среднего многолетнего значения за этот период. На рисунке 2.4 представлен ход среднего количества осадков по десятилетиям с 1870 по 2009 год.

Одной из основных характеристик осадков является их интенсивность. В холодный период года интенсивность их невелика – в среднем 0,2 - 0,4 мм/ч. В летние месяцы интенсивность возрастает до 1,1 - 1,3 мм/ч за счет ливневых осадков [21].

### 2.2.3 Снежный покров и ледовый режим

Снежный покров как элемент климата характеризуется следующими показателями: датами появления и схода снежного покрова, образования и разрушения устойчивого снежного покрова, числом дней со снежным покровом, высотой, плотностью и запасом воды в снежном покрове.

Судить о характеристиках снежного покрова в Санкт-Петербурге можно только на территории парков и скверов. Это обусловлено периодической уборкой снега с улиц города. В Санкт-Петербурге снежный покров держится обычно около 120 дней, а в пригородах – примерно 130 дней. Устойчивый снежный покров обычно формируется в начале декабря (на островах Финского залива – в конце декабря), а разрушается в последней декаде марта [21].

Анализ средних годовых значений максимальной высоты снежного покрова отражает заметное уменьшение этого показателя. Это обусловлено, в первую очередь, тем, что вследствие повышения температуры воздуха в холодный период года увеличивается доля жидких и смешанных осадков. Кроме того, увеличивается повторяемость оттепелей [23].

Максимальный прирост снежного покрова за сутки в городе составляет 22 см. Интенсивность выпадения снега, в основном, составляет 0,5-0,6 см/ч, максимальная интенсивность находится в пределах от 1 до 4 см/ч.

Запас воды в снеге зависит от его плотности и высоты снежного покрова и в среднем за год в городе составляет 73 мм, на полевых участках пригорода он возрастает до 103 мм.

Ледовый режим водной системы Финский залив – Невская губа – река Нева весьма сложен. Особенности ледового режима зависят от ряда особенностей, обусловленных повышением температуры воздуха, обширностью площади водоемов, большими запасами тепла водных масс и постоянным воздействием ветра различных направлений. На ледовый режим также влияют глубина и влияние речного стока для Финского залива и

Невской губы, для реки Невы наибольшее влияние оказывает разность уровня Ладожское озеро – Балтийское море.

В пределах Петербурга (до 32 км от устья) период замерзания Невы длится от 2-3 до 15-20 суток. Граница припая в большинстве зим ограничивается пределами Невской губы, а его толщина, в среднем, не превышает 50 см. Толщина дрейфующего, так же как и припайного, льда за последние 15 лет сократилась в среднем на 10–15 см относительно нормы.

На акватории Финского залива самая теплая с 1881 г. зима наблюдалась в 2007/2008 гг., когда впервые в истории на акватории Невской губы не образовался припай, а толщина припая составила 30 см; самая суровая за период с 1947 г. – зима сезона 2002/2003 гг., толщина припая достигла 90 см [23].

## 2.3 Экологическая ситуация

### 2.3.1 Состояние атмосферного воздуха

Загрязнение атмосферного воздуха определяется объемом выбросов загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников. Наиболее остро проблема загрязнения атмосферного воздуха ощущается в крупных городах с развитой промышленностью и большим количеством автотранспорта. К числу таких городов относится и Санкт-Петербург – второй по численности населения и промышленному потенциалу город России.

Всего от стационарных источников и автотранспорта в атмосферу г. Санкт-Петербурга в 2022 году поступило 203,1 тыс. т загрязняющих веществ, в том числе: оксида углерода (CO) – 135,1 тыс. т, оксидов азота (NO<sub>x</sub>)– 44,4 тыс. т, ЛОС – 11,4 тыс. т, твердых веществ – 3,7 тыс. т, диоксида серы (SO<sub>2</sub>) – 3,5 тыс. т и метана– 2,2 тыс. т. [1].

По сравнению с предыдущим (2021) годом в 2022 году снизились суммарные выбросы твердых веществ – на 1,4% (0,1%), оксидов азота ( $\text{NO}_x$ ) – на 1,5% (0,7 тыс. т) и выбросы ЛОС на 0,5% (0,1 тыс. т). Увеличились выбросы диоксида серы ( $\text{SO}_2$ ) на 1,5% (0,1 тыс. т), оксида углерода на 2,1% (2,7 тыс. т) и выбросы метана ( $\text{CH}_x$ ) на 10,6% (0,1 тыс. т). Суммарные выбросы от стационарных источников и АТС увеличились на 1,0% (2,0 тыс. т).

Основной объем выбросов – 65,4% от суммарных выбросов всех загрязняющих веществ г. Санкт-Петербурга, вносят АТС.

По состоянию на начало 2023 года в компьютерном банке данных содержатся сведения о параметрах выбросов порядка 2000 промышленных предприятий г. Санкт-Петербурга, на территории которых расположено около 44 тысяч стационарных источников выбросов загрязняющих веществ, и параметрах передвижных источников (автотранспорта) на 431-ой городской автодороге, включающих 3109 источников выбросов (участков автодорог). В атмосферный воздух выбрасывается более 550 наименований загрязняющих веществ. Превалирующий вклад в суммарный выброс по городу традиционно вносят выбросы оксидов азота, поступающие в атмосферу от автотранспорта. Выбросы оксида углерода и оксидов азота также превалируют и в выбросах промышленности, основной вклад в суммарные выбросы стационарных источников вносят объекты теплоэнергетики [1].

Суммарные выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников и автотранспорта г. Санкт-Петербурга за 2012-2022 гг. представлены в таблице 3.

Таблица 3. Суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников и автотранспорта г. Санкт-Петербурга, тыс. т

Годы	Всего	Твердые вещества	SO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	CH <sub>x</sub>	ЛОС
2012	488,2	2,6	7,6	357,3	63	10,6	45,3
2013	536,6	2,7	5,4	396,8	66,5	10,6	53,4
2014	512,3	2,9	4,7	377,3	61,7	16,9	47,8
2015	519,9	3,0	4,4	379,2	60,7	22,3	49,1
2016	526,1	3,1	4,6	382,7	63,2	22,7	48,6
2017	558,1	4,1	4,8	406,6	66,0	24,4	51,0
2018	551,7	5,3	4,2	404,5	65,6	20,7	50,1
2019	200,9	3,2	3,1	135,5	43,0	2,2	11,3
2020	198,0	3,6	3,5	131,9	42,0	2,1	12,2
2021	201,1	3,8	3,4	132,4	45,1	2,0	11,5
2022	203,1	3,7	3,5	135,1	44,4	2,2	11,4
Увел. (+), сниж. (-) по отношению к 2021 г., тыс. т	2,0	-0,1	0,1	2,7	-0,7	0,2	-0,1
Увел. (+), сниж. (-) по отношению к 2021 г., %	1,0	-1,4	1,5	2,1	-1,5	10,6	-0,5

В целом значение суммарного выброса загрязняющих веществ автотранспортом в компьютерном банке г. Санкт-Петербурга увеличились в 2022 году по сравнению с 2021 годом. С одной стороны, это связано с увеличением количества учитываемых городских автодорог, в том числе за счет строительства новых автодорог и развязок. С другой стороны, увеличивается интенсивность движения автотранспорта, что особенно заметно после проведения реконструкции участков существующей сети автодорог [1].

Анализ данных о выбросах от промышленных источников показал, что в целом по Санкт-Петербургу за 2022 год суммарный выброс загрязняющих веществ уменьшился, хотя количество учтенных в компьютерном банке данных стационарных источников выбросов увеличивается. Также сохранилась тенденция к увеличению количества предприятий (юридических лиц и индивидуальных предпринимателей), что связано с наблюдающимся процессом разукрупнения промышленных объектов.

Уровень загрязнения атмосферного воздуха Санкт-Петербурга в 2022 году квалифицировался как повышенный согласно комплексному индексу загрязнения (ИЗА) в соответствии с существующими методами оценки с учетом введения ПДК, установленных СанПиН 1.2.3685-21. Основной вклад в загрязнение воздуха города вносили: формальдегид, взвешенные вещества, озон, аммиак и диоксид азота. На рисунке 2.5 отображена динамика изменения значений ИЗА за последние пять лет. Уровень загрязнения воздуха с 2018 г. по 2020 г. – квалифицировался как низкий, в 2021 и 2022 годах повышенный.

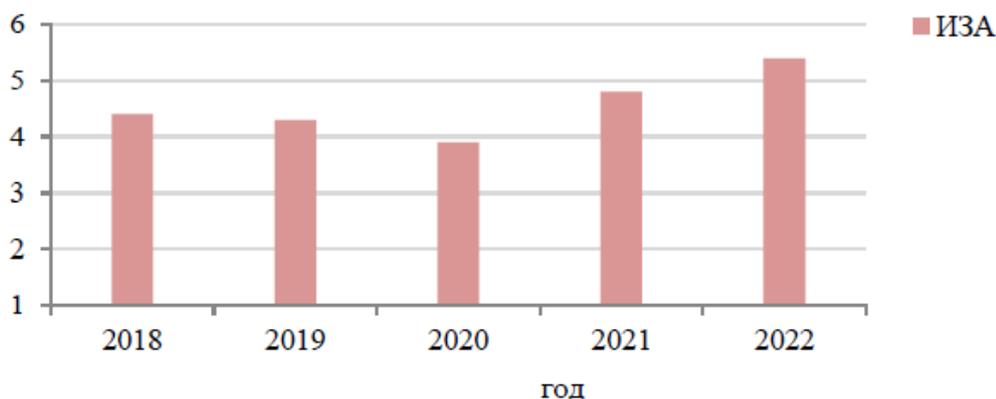


Рисунок 2.5 – Изменение комплексного ИЗА за 2018-2022 годы, Санкт-Петербург

Тенденция за период 2018-2022 гг. Среднегодовые концентрации взвешенных веществ, диоксида серы, этилбензола и суммы ксилолов возросли, среднегодовые концентрации оксида углерода, диоксида азота, оксида азота, озона, сероводорода, фенола, хлористого водорода, аммиака, формальдегида, бензола, толуола, бенз(а)пирена снизились [1].

### 2.3.2 Радиационная обстановка

Санкт-Петербург расположен в зоне контакта Русской платформы и Балтийского щита, кристаллические породы которых содержат

радиоактивные элементы, в том числе и уран. Кроме того Санкт-Петербург — город, где зарождалась отечественная радиохимия и велись различные работы с радиоактивными элементами, при этом до 1960-ого года безконтрольно. К тому же сам внешний облик центра города, облицованного гранитными плитами, которые могут обладать естественной радиоактивностью [24].

Согласно «Перечню и критериям опасных гидрометеорологических явлений, экстремально высокого загрязнения природной среды на территории Санкт-Петербурга, включая г. Кронштадт, г. Ломоносов, г. Павловск, Петродворцовый, Пушкинский и Колпинский районы», критерием экстремально высокого радиоактивного загрязнения является превышение фонового значения на величину 0,6 мкЗв/час и более. В случае получения от постов автоматических инициативных сообщений о мощности экспозиционной дозы гамма-излучения, составляющей 0,6 мкЗв/час и более (характеризующей экстремально высокое загрязнение природной среды), сотрудники ЦСОИ сразу после получения и проверки достоверности данных направляют в Комитет инициативное сообщение.

В 2022 году инициативных сообщений о мощности экспозиционной дозы гамма-излучения, составляющей 0,6 мкЗв/час и более, в Комитет не поступало.

В 2022 году общее количество проведенных измерений с использованием автоматических постов контроля радиационной обстановки (АСКРО) составило 548501 измерение. Радиационная обстановка в Санкт-Петербурге с 01.01.2022 по 31.12.2022 включительно находилась в пределах нормы. Средние значения мощности экспозиционной дозы (МЭД) - от 0,069 до 0,147 мкЗв/час. Максимальные значения мощности колебались от 0,094 до 0,184 мкЗв/час. Измеренные МЭД не превышают среднемноголетних значений [1].

### 2.3.3 Водные ресурсы

Более трех десятилетий Северо-Западным УГМС проводится мониторинг загрязнения водотоков Санкт-Петербурга. Для большинства водотоков города створы наблюдений находятся в устьевых областях (рис 2.6), где происходит аккумуляция загрязняющих и биогенных веществ, транспортируемых речными водами со всей площади водосбора, а специфику и значения показателей загрязнения водных объектов определяют характер и масштабы хозяйственной деятельности [25].



Рисунок 2.6 – Расположение створов мониторинга качества воды

Для гидрохимических анализов пробы воды отбираются в 18 створах р. Невы и ее притоках.

До 2006 года в системе Росгидромета в качестве интегральной характеристики загрязненности поверхностных вод используются классы качества воды, оцениваемые по величинам "индекса загрязненности воды"

(ИЗВ) (Рис 2.7). Его расчет проводится для каждого пункта (створа) по формуле:

$$\text{ИЗВ} = \sum \left( \frac{C_{1-6}}{\text{ПДК}_{1-6}} \right) / 6 \quad (3)$$

где С/ПДК - относительная (нормированная) среднегодовая концентрация; б - строго лимитируемое количество показателей (ингредиентов, берущихся для расчета и имеющих наибольшие относительные среднегодовые концентрации (значения), включая в обязательном порядке растворенный кислород и БПК5 (пестициды в расчет ИЗВ не включаются).

"Очень чистые" воды относятся к I классу (ИЗВ менее или равно 0.3), "чистые" - II класс (ИЗВ от 0.3 до 1), "умеренно загрязненные" - III класс (ИЗВ от 1 до 2.5), "загрязненные" - IV класс (ИЗВ от 2.5 до 4), "грязные" - V класс (ИЗВ от 4 до 6), "очень грязные" - VI класс (ИЗВ от 6 до 10) и "чрезвычайно грязные" - VII (ИЗВ более 10).

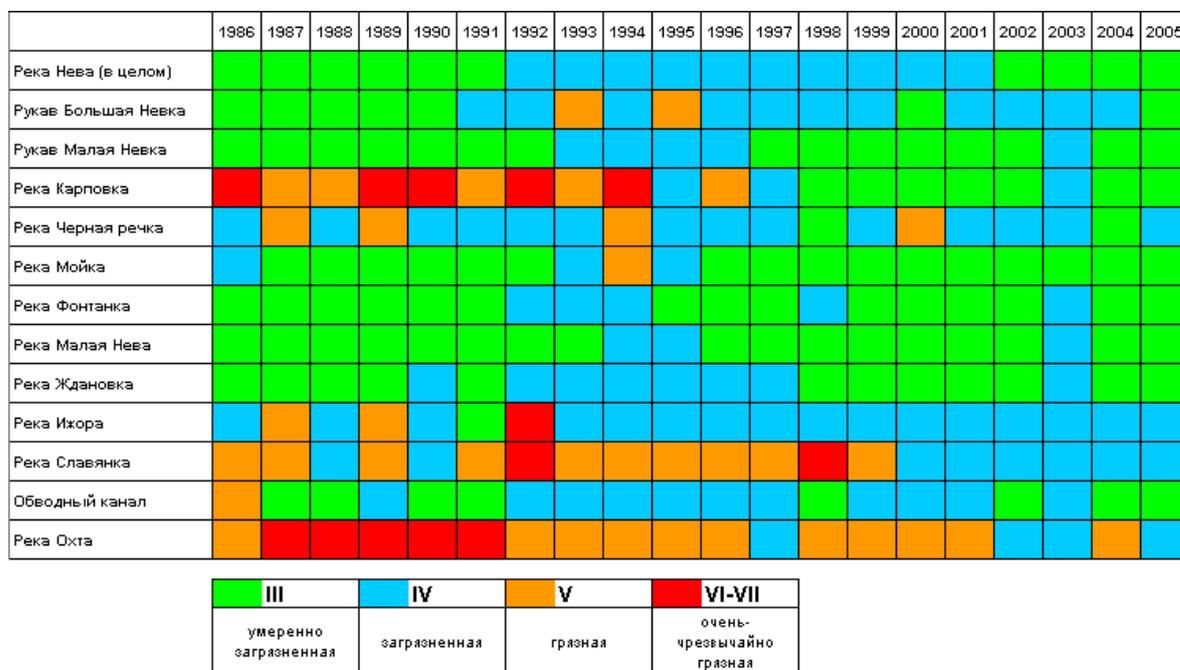


Рисунок 2.7 – Классы качества воды основных водотоков Санкт-Петербурга, рассчитанные на основе ИЗВ

В рисунке 2.8 приведены классы качества воды основных водотоков Санкт-Петербурга, рассчитанные на основе ИЗВ за период 1996-2005 гг.

С 2006 года Северо-Западным УГМС перешло на новую систему оценки качества поверхностных вод - Удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ) [25].

В расчете УКИЗВ участвуют: повторяемость случаев загрязненности (частота обнаружения концентраций, превышающих ПДК), среднее значение кратности превышения ПДК (среднее значение результатов анализа проб, которые превышали ПДК, без учета проб не превышавших ПДК). По каждому из этих показателей определяются частные оценочные баллы ( $S\alpha$  и  $S\beta$ ) – условные величины. Произведение оценочных баллов является обобщенным оценочным баллом ( $S$ ). Сумма обобщенных оценочных баллов по всем ингредиента в створе является комбинаторным индексом загрязненности воды (КИЗВ). УКИЗВ вычисляется как отношение КИЗВ к количеству ингредиентов, участвовавших в его оценке [25].

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Река Нева	Blue																
Большая Невка	Orange	Yellow	Blue	Yellow	Yellow	Blue	Blue	Green	Blue	Blue	Green	Green	Blue	Blue	Green	Green	Blue
Рукав Малая Невка	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Green	Green	Green	Blue	Green	Green	Green
Река Карповка	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Green	Blue	Yellow	Green	Blue	Blue	Blue	Blue	Green	Blue	Blue	Blue
Река Черная речка	Yellow	Yellow	Blue	Yellow	Yellow	Yellow	Blue	Yellow	Yellow	Blue	Yellow	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Green
Река Мойка	Blue	Yellow	Blue	Green	Blue	Blue	Green	Blue	Green	Blue	Green	Blue	Green	Blue	Blue	Blue	Green
Река Фонтанка	Blue	Yellow	Green	White	Blue	Blue	Blue	Green	Green	Green	Green	Green	Blue	Blue	Green	Blue	Green
Река Малая Нева	Blue	Blue	Blue	Green	Blue	Yellow	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Green	Blue	Blue	Green	Blue	Blue
Река Ждановка	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Green	Blue	Green	Blue	Blue	Green						
Река Ижора	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Yellow	Orange	Orange	Yellow	Yellow	Orange							
Река Славянка	Yellow	Orange	Blue	Orange	Orange	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Yellow	Blue	Yellow	Blue	Orange	Blue
Обводный канал	Blue	Orange	Blue	Yellow	Yellow	Yellow	Blue	Yellow	Yellow	Blue	Blue	Yellow	Blue	Green	Blue	Blue	Blue
Река Охта	Orange																

Рисунок 2.8 – Распределение качества воды основных водотоков Санкт-Петербурга по классификации, рассчитанной на основе УКИЗВ

	1: чистая
	2: слабо загрязненная
	3а: загрязненная
	3б: очень загрязненная
	4а-4б: грязная
	4в, 4г, 5: очень грязная, экстремально грязная

Рисунок 2.9 – Классы качества воды основных водотоков Санкт-Петербурга,

### 2.3.4 Почвы и земельные ресурсы

Экологию всего города или района во многом определяет состояние почвенного покрова как интегрального показателя общей экологической обстановки. Кроме того, загрязненные почвы – источник вторичного загрязнения атмосферного воздуха (приземного слоя), грунтовых и поверхностных вод. Различают загрязнение почвы неорганическими и органическими токсикантами. Эти два вида загрязнения почвы в Санкт-Петербурге распространены по районам очень неоднородно, что связано с интенсивностью техногенного влияния и особенностями формирования и развития разных районов города. На горожан они оказывают разное токсикологическое воздействие [25].

Количество проб почвы, которые не отвечают действующим гигиеническим нормативам, в СПб в четыре раз выше среднего показателя по стране, а в некоторых локациях – в 8-9 раз выше.

Специалисты отмечают заметное снижение уровня загрязнения почвенного покрова в локациях, предназначенных под застройку, по микробиологическим показателям. Это положительная тенденция. Однако уровень химического загрязнения почвы продолжает оставаться очень высоким [26].

Исходя из результатов анализа ретроспективных мониторинговых исследований, приоритетными загрязняющими веществами в почвогрунтах на территории Санкт-Петербурга являются: тяжелые

металлы (кадмий, медь, никель, свинец, цинк, ртуть, сурьма, хром (VI)), мышьяк, ПХБ, хлорорганические пестициды и бенз(а)пирен, причем по содержанию бенз(а)пирена отмечаются максимальные превышения допустимого уровня.

Одной из экологических проблем в северных городах является накопление легкорастворимых солей в зимний период, вызванное внесением противогололедных реагентов. Засоление городских почв снижает почвенное плодородие и таким образом вредит зеленым насаждениям, приводя к их повреждению и гибели. В засоленных почвах возрастает подвижность ряда загрязнителей, в частности ПАУ и тяжелых металлов, что способствует их миграции в сопредельные среды. По сравнению с фоном состав водной вытяжки в городе отличается многократным увеличением содержания ионов  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , увеличивается значение pH. Максимальные коэффициенты концентрации по данным ионам отмечаются вблизи крупных и средних дорог, несколько меньшие – во дворах [26].

При санитарно - гигиенической оценке загрязнения почвенного покрова территории применяется показатель  $Z_c$  — суммарный показатель загрязнения.  $Z_c$  представляет собой сумму коэффициентов концентрации ( $K_c$ ) токсикантов (загрязнителей) I, II и III классов токсикологической опасности по отношению к фоновым значениям. Он рассчитывается по формуле:

$$Z_c = (\sum_{i=1}^n K_c) - (n - 1) \quad (4)$$

где  $K_c$  — коэффициент концентрации  $i$ -го химического элемента,  
 $n$  — число, равное количеству элементов, входящих в геохимическую ассоциацию.

Коэффициент концентрации ( $K_c$ ) рассчитывается по формуле:

$$K_c = C_i / C_{\text{фон}} \quad (5)$$

где  $C_i$  — фактическое содержание элемента;

$C_{\text{фон}}$  — геохимический фон.

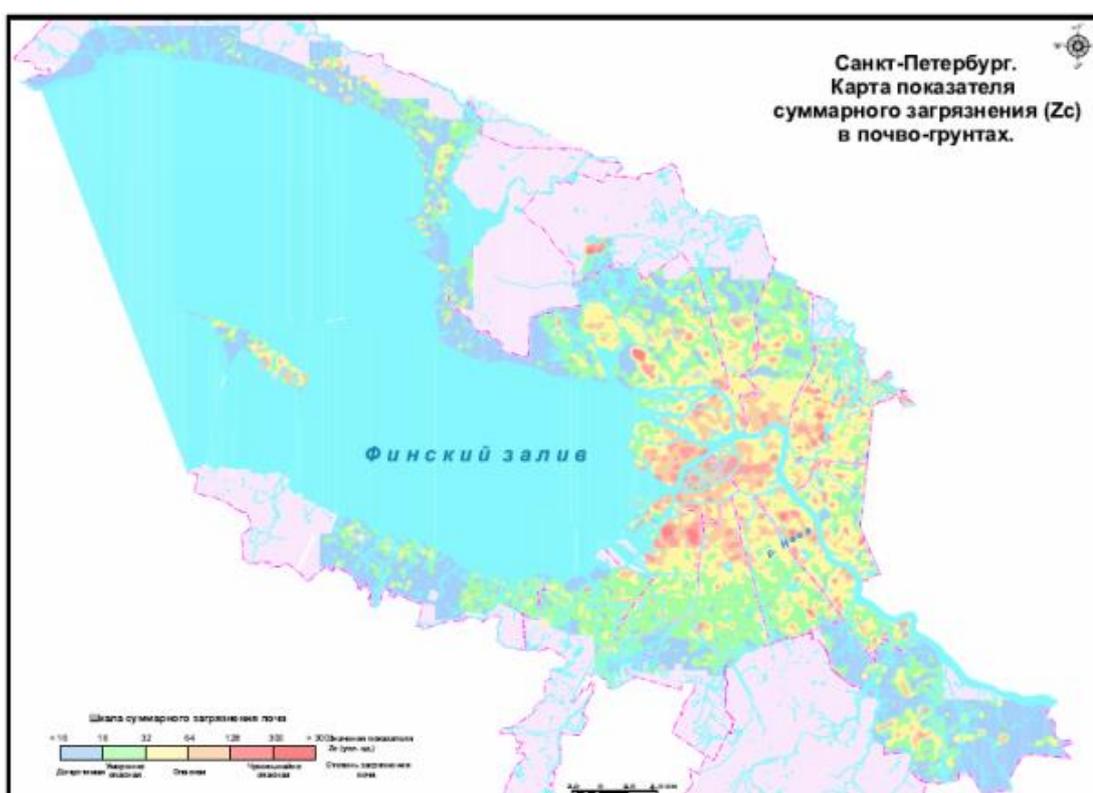


Рисунок 2.10 – Загрязнение почвенного покрова по суммарному загрязнению тяжелыми металлами

По результатам сравнения полученных данных 2022 г. с ретроспективными данными по содержанию диоксинов и фуранов на территории Санкт-Петербурга можно отметить, что в Центральном, Адмиралтейском, Фрунзенском и Московском районах наблюдается динамика в увеличении медианных значений содержания диоксинов и фуранов в почвах. В Центральном, Адмиралтейском и Фрунзенском районах данное явление вызвано, главным образом, недостатком ретроспективных

данных и особенностями расчета медианы для малого количества значений. В Московском же районе – с действительным увеличением зафиксированных концентраций [27].

Во всех остальных районах города наблюдается положительная динамика снижения содержания диоксинов и фуранов в почвах.

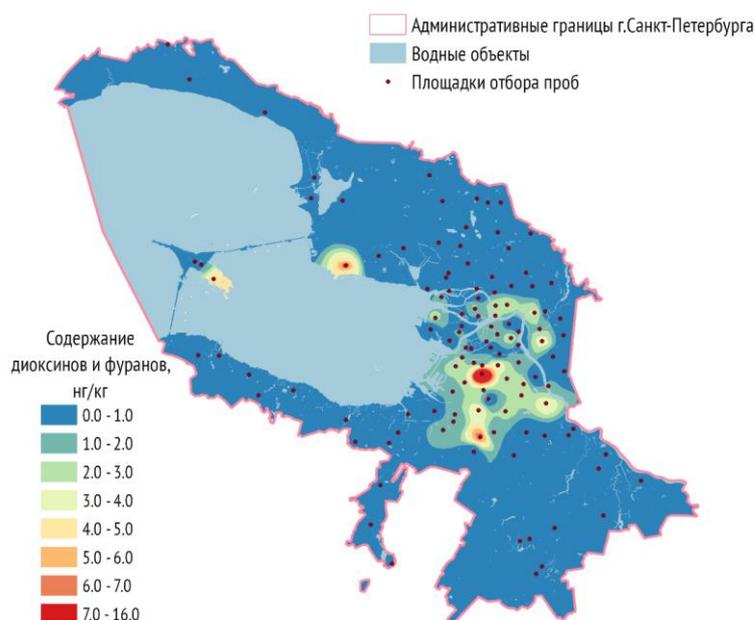


Рисунок 2.11 – Карта загрязнения почв Санкт-Петербурга диоксинами и фуранами по данным 2022 г.

Обобщая итоги и сравнивая с результатами предыдущих лет, можно сделать следующие выводы по состоянию на 2022 год:

- Загрязнение почвогрунтов диоксинами и фуранами (ПХДД И ПХДФ) в целом для всех районов города не носит угрожающий характер;
- Основной источник поступления загрязняющих веществ, в том числе диоксинов и фуранов, в почвогрунты Санкт-Петербурга – крупные автомобильные и железнодорожные транспортные магистрали. Соблюдение требований по сокращению или устранению выбросов ПХДД И ПХДФ, закрепленные в Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях, позволило уменьшить вклад промышленного поступления данных загрязнителей к минимуму [27].

### 3 Экологическая обстановка в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга в летний период в 2023 году

#### 3.1 Красногвардейский район Санкт-Петербурга

Красногвардейский район расположен в северо-восточной части Санкт-Петербурга на правом берегу Невы и занимает территорию около 4% от общей площади города — 56,8 кв. км. На территории района проживает около 7% населения Санкт-Петербурга — 357906 человек (01.01.2018). По уровню жизни занимает 7 место из 18 районов города.

Граничит с районами: Калининским, Невским, Центральным, Всеволожским районом Ленинградской области.

Муниципальные округа Красногвардейского района: Ржевка, Полострово, Большая Охта, Малая Охта, Пороховые.

В районе находятся 2 станции метро — «Ладожская» и «Новочеркасская»[28].

В воздухе Санкт-Петербурга большая часть выбросов толуола и ацетона попадает в воздух именно с территории Красногвардейского района, потому что здесь находятся крупные производственные предприятия. Также здесь проходят железнодорожные пути, что также негативно влияет на экологию.

На улице Якорной, на проспектах: Заневский, Шаумяна, маршала Блюхера и Энергетиков загрязнение воздуха наиболее значительно. В районе проспекта Косыгина и Большой Пороховской улицы ситуация несколько лучше. На остальной территории района показатели находятся в норме.

### 3.2 Анализ экологической обстановки в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга в летний период 2023 года

Для отслеживания динамики загрязнения атмосферного воздуха в районе находятся две автоматических станции мониторинга (Рис.3.1). Среднесуточные концентрации загрязняющих веществ, используемые в работе, были получены этими станциями. Таблицы со всеми данными представлены в Приложении.

Автоматические станции АСМ осуществляют контроль качества атмосферного воздуха в автоматическом режиме каждые 20 минут. Измеряемые параметры: температура воздуха, скорость ветра, направление ветра, влажность воздуха, атмосферное давление, CO, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> и PM<sub>10</sub> [29].

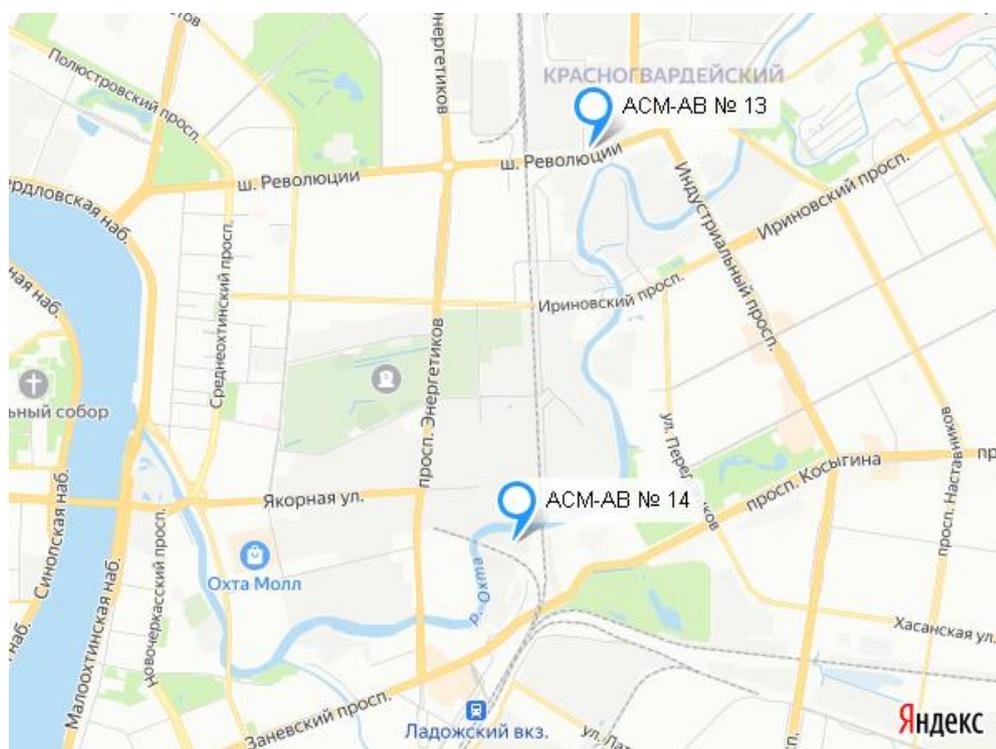


Рисунок 3.1 – Расположение автоматических станций мониторинга атмосферного воздуха в Красногвардейском районе

Автоматическая станция №13 находится по адресу шоссе Революции, дом 84 (рисунок 3.2). Рядом расположены две крупные автомобильные дороги: шоссе Революции и Индустриальный проспект. Также проходит линия октябрьской железной дороги, в 600 метрах от экологической станции находится грузовая станция Полюстрово. На расстоянии 760 м находится Автобусный парк №6. Рядом протекает река Охта, крупнейший правый приток Невы.

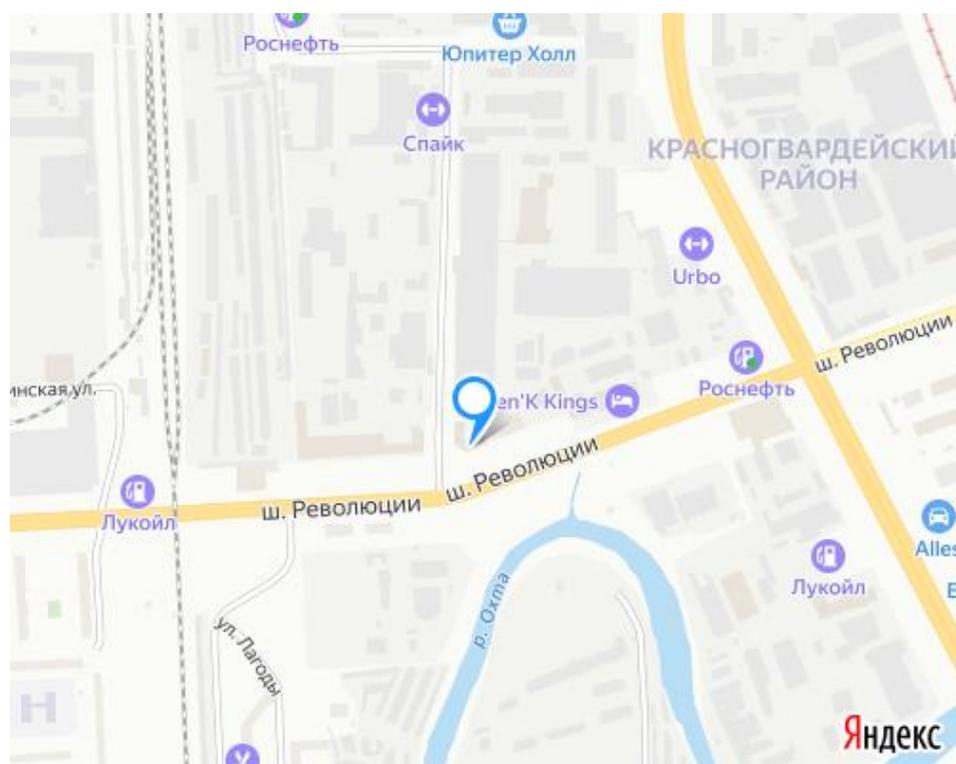


Рисунок 3.2 – Расположение автоматической станции мониторинга атмосферного воздуха №13

АСМ №13 находится в промышленной зоне, где работают множество производственных предприятий: завод «Электроприбор», завод слоистых пластиков, завод НПО «Тепломаш», фармацевтическое производство «Медполимер», завод «Электропульт», ООО ПП «Глорус-Норд», ООО МП «Кредо», ООО НПП «Дейдвудные Уплотнения», ООО «Спектр-Электро», ООО МЗ «Синергия» и ООО ПП «Контур».

Адрес автоматической станции №14: Уткин проспект, дом 16. Вблизи находятся: Заневский проспект, проспект Энергетиков и проспект Косыгина. В 900 метрах находится Ладожский вокзал, а в 170 м от станции проходят железнодорожные пути. Рядом работает электрическая подстанция № 184 Охтинская и протекает река Охта.

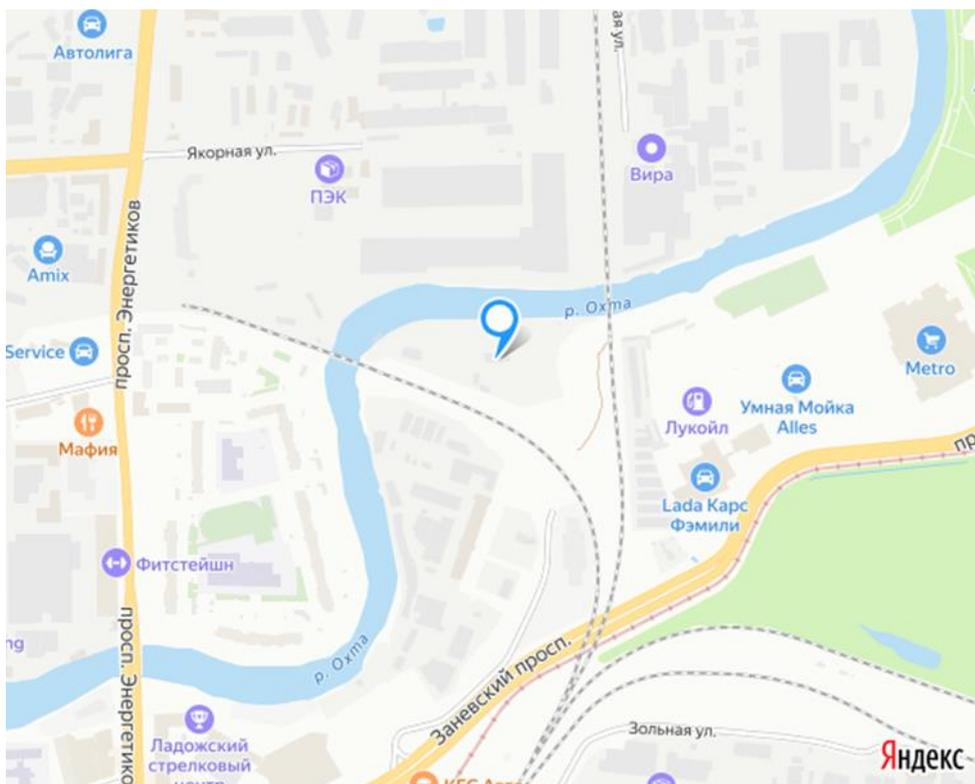


Рисунок 3.3 – Расположение автоматической станции мониторинга атмосферного воздуха №14

В районе автоматической станции мониторинга атмосферного воздуха №14 функционируют следующие производственные предприятия: «Tikkurila» (лакокрасочные материалы), Атлант-КТ, Пружина, Заксис, НТЦ Победа (металлообработка), «Точприбор» (производство и реализация оборудования для физико-механических испытаний материалов).

Практической задачей данной работы является оценка экологической ситуации в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга за летний период и оценка влияния метеорологических факторов на выбросы.

Проведен анализ загрязненности воздуха примесями оксида углерода (CO), диоксида азота (NO<sub>2</sub>), оксида серы (SO<sub>2</sub>), а также концентрации взвешенных частиц (PM<sub>10</sub>) и озона (O<sub>3</sub>) в летний период 2023 года: июнь, июль, август.

Далее построены графики распределения концентраций загрязняющих веществ за лето 2023 года, они представлены на рисунках 3.2 - 3.7.

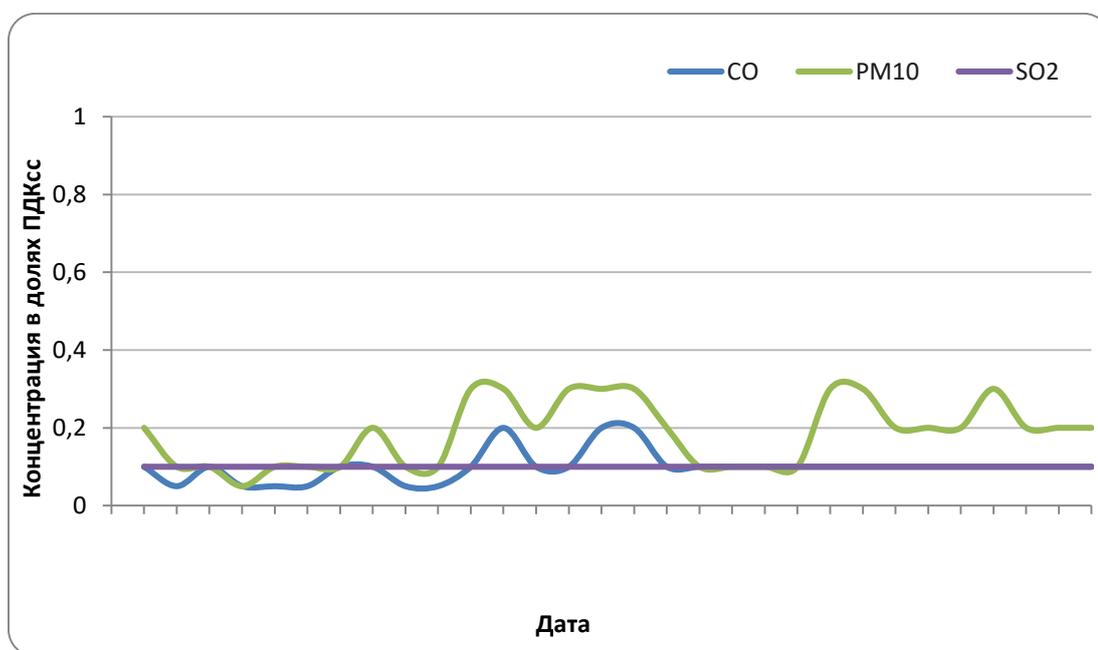


Рисунок 3.4 – График хода концентраций загрязняющих веществ за июнь, АСМ-АВ №13

В июне на станции №13 концентрация CO изменялась в диапазоне 0,05 - 0,2 ПДК<sub>сс</sub>. Минимальное значение было зафиксировано 2 июня, а максимальное - 15 июня. Концентрация SO<sub>2</sub> не изменялась на протяжении месяца, её значение всегда оставалось равным 0,1 ПДК<sub>сс</sub>. Концентрация PM<sub>10</sub>

изменялась 0,05 – 0,3 ПДК<sub>сс</sub>. Минимальная концентрация наблюдалась 4 июня, максимальная - 11 июня.

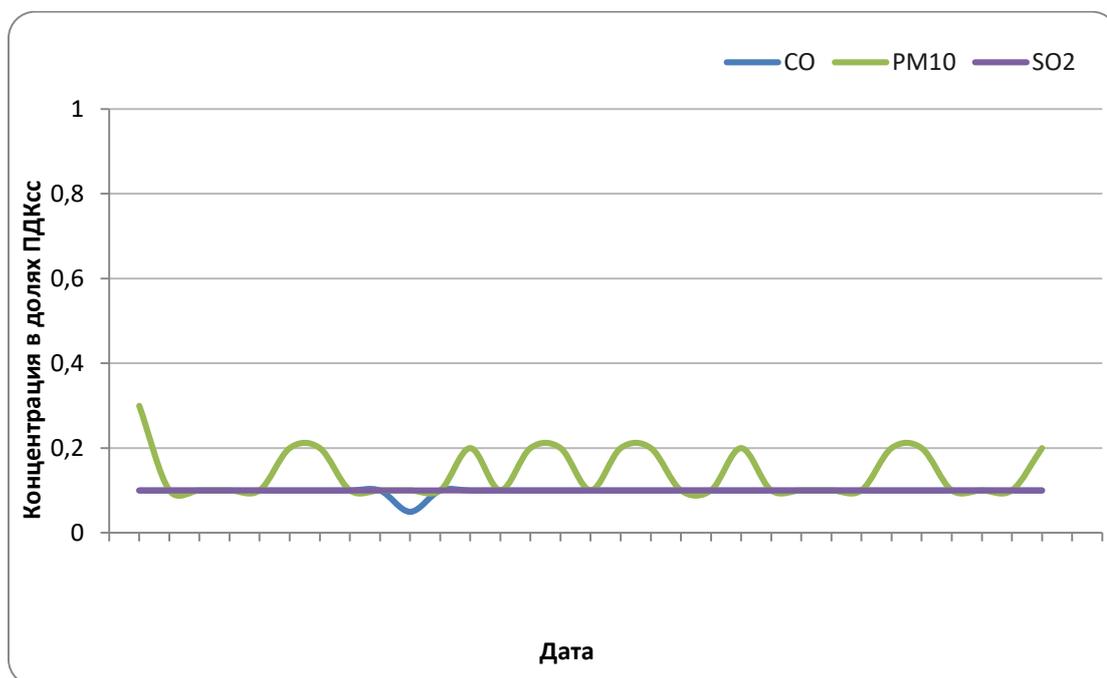


Рисунок 3.5 – График хода концентраций загрязняющих веществ за июль, АСМ-АВ №13

В июле на станции №13 концентрация CO изменялась 0,05 - 0,1 ПДК<sub>сс</sub>. Минимальное значение концентрации было зафиксировано 10 июля, в остальные дни значение было максимальным. Концентрация SO<sub>2</sub> не изменялась на протяжении месяца, её значение всегда оставалось равным 0,1 ПДК<sub>сс</sub>. Концентрация PM<sub>10</sub> изменялась 0,05 – 0,3 ПДК<sub>сс</sub>. Минимальная концентрация наблюдалась 8 июля, максимальная - 1 июля.

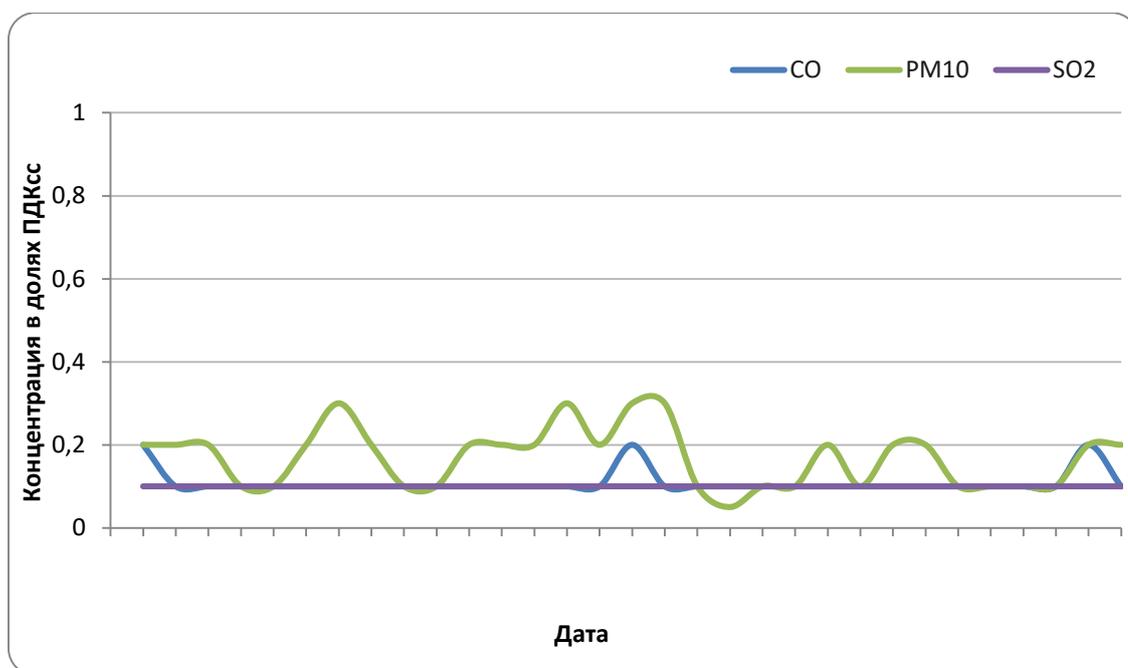


Рисунок 3.6 – График хода концентраций загрязняющих веществ за август, АСМ-АВ №13

В августе на станции №13 концентрация CO изменялась 0,05 – 0,2 ПДК<sub>сс</sub>. Минимальное значение концентрации было зафиксировано 6 августа, максимальная - 16 августа. Концентрация SO<sub>2</sub> не изменялась на протяжении месяца, её значение всегда оставалось равным 0,1 ПДК<sub>сс</sub>. Концентрация PM<sub>10</sub> изменялась 0,05 – 0,3 ПДК<sub>сс</sub>. Минимальная концентрация наблюдалась 19 августа, максимальная - 7 августа.

На станции №13 измерения концентраций NO<sub>2</sub> не проводились по техническим причинам.

Таким образом, наибольшие концентрации CO наблюдались в июне и июле, концентрации PM<sub>10</sub> – в июне. Значение концентраций SO<sub>2</sub> не изменялось в течение лета и составило 0,1 ПДК<sub>сс</sub>.

В целом, концентрации CO, SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> на станции №13 за летние месяцы 2023 года не превышали ПДК<sub>сс</sub>.

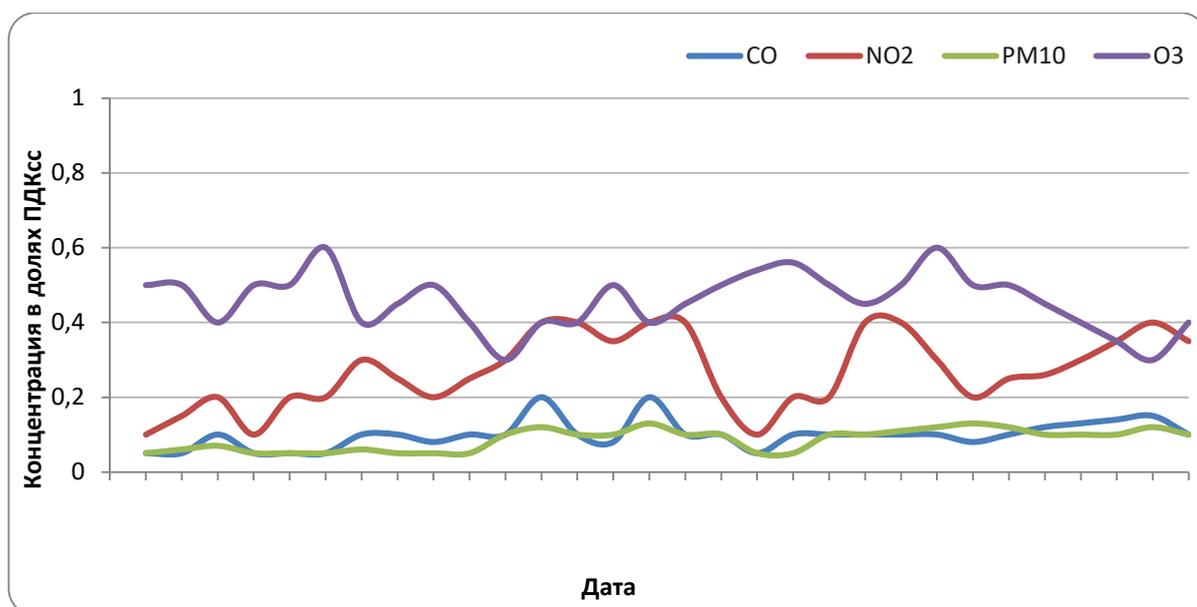


Рисунок 3.7 – График хода концентраций загрязняющих веществ за июнь, АСМ-АВ №14

В июне на станции №14 концентрация CO изменялась 0,05 – 0,2 ПДК<sub>сс</sub>. Минимальное значение концентрации было зафиксировано 1 июня, максимальная - 12 июня. Концентрация NO<sub>2</sub> изменялась в диапазоне от 0,1 до 0,4 ПДК<sub>сс</sub>. Минимальная концентрация наблюдалась 4 июня, максимальная - 16 июня. Концентрация PM<sub>10</sub> изменялась 0,05 – 0,13 ПДК<sub>сс</sub>. Минимальная концентрация наблюдалась 5 июня, максимальная - 15 июня. Концентрация озона (O<sub>3</sub>) менялась от 0,3 до 0,6 ПДК<sub>сс</sub>. Минимальная концентрация наблюдалась 11 июня, максимальная - 23 июня.

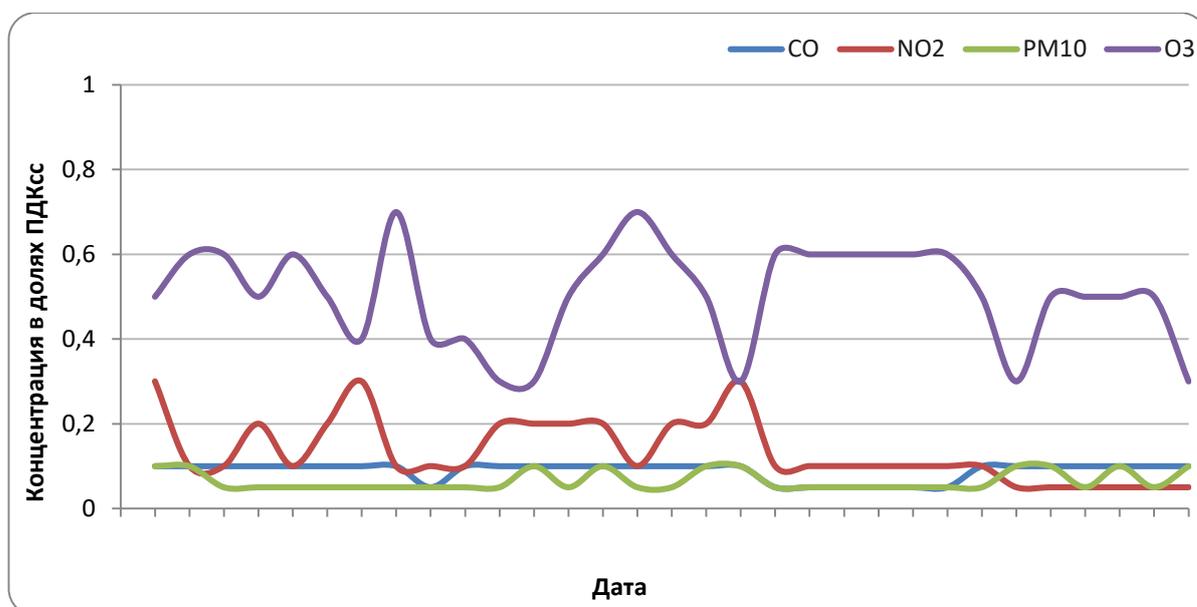


Рисунок 3.8 – График хода концентраций загрязняющих веществ за июль, АСМ-АВ №14

В июле на станции №14 концентрация CO изменялась 0,05 – 0,1 ПДК<sub>сс</sub>. Минимальное значение концентрации было зафиксировано 9 июля и в период с 19 по 24 июля, максимальная – в остальные дни месяца. Концентрация NO<sub>2</sub> изменялась в диапазоне от 0,05 до 0,3 ПДК<sub>сс</sub>. Минимальная концентрация наблюдалась 21 - 27 июля, максимальная - 7 июля. Концентрация PM<sub>10</sub> изменялась 0,05 – 0,1 ПДК<sub>сс</sub>. Минимальная концентрация наблюдалась 10 июля, максимальная - 12 июля. Концентрация озона (O<sub>3</sub>) менялась от 0,3 до 0,7 ПДК<sub>сс</sub>. Минимальная концентрация наблюдалась 11 июля, максимальная - 8 июля.

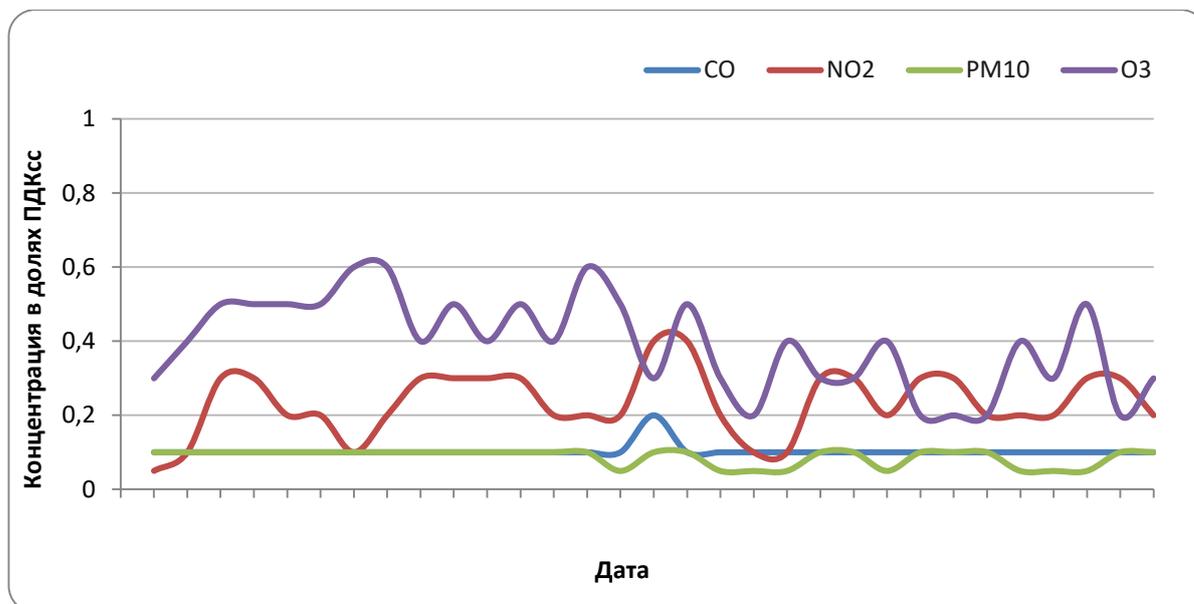


Рисунок 3.9 – График хода концентраций загрязняющих веществ за август, АСМ-АВ №14

В августе на станции №14 концентрация CO изменялась 0,1 – 0,2 ПДК<sub>сс</sub>. Минимальное значение концентрации было зафиксировано во все дни месяца кроме 16.08. (максимум). Концентрация NO<sub>2</sub> изменялась в диапазоне от 0,05 до 0,4 ПДК<sub>сс</sub>. Минимальная концентрация наблюдалась 1 августа, максимальная - 17 августа. Концентрация PM<sub>10</sub> изменялась 0,05 – 0,1 ПДК<sub>сс</sub>. Минимальная концентрация наблюдалась 15 августа, максимальная - 9 августа. Концентрация озона (O<sub>3</sub>) менялась от 0,2 до 0,6 ПДК<sub>сс</sub>. Минимальная концентрация наблюдалась 19 августа, максимальная - 8 августа.

Таким образом, наибольшие концентрации CO, NO<sub>2</sub> PM<sub>10</sub>, наблюдались в июне, концентрации, O<sub>3</sub> – в июле.

В целом, концентрации CO, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, O<sub>3</sub> на станции №14 за летние месяцы 2023 года не превышали ПДК<sub>сс</sub>.

### 3.3 Влияние метеорологических параметров на загрязнение атмосферного воздуха

Для анализа влияния метеорологических параметров на уровень загрязнения воздуха сформирован архив данных температуры воздуха, относительной влажности, скорости ветра, повторяемости направлений ветра, суточное количество осадков за исследуемый период [30], по которому построены следующие графики (рис. 3.10 - 3.14).

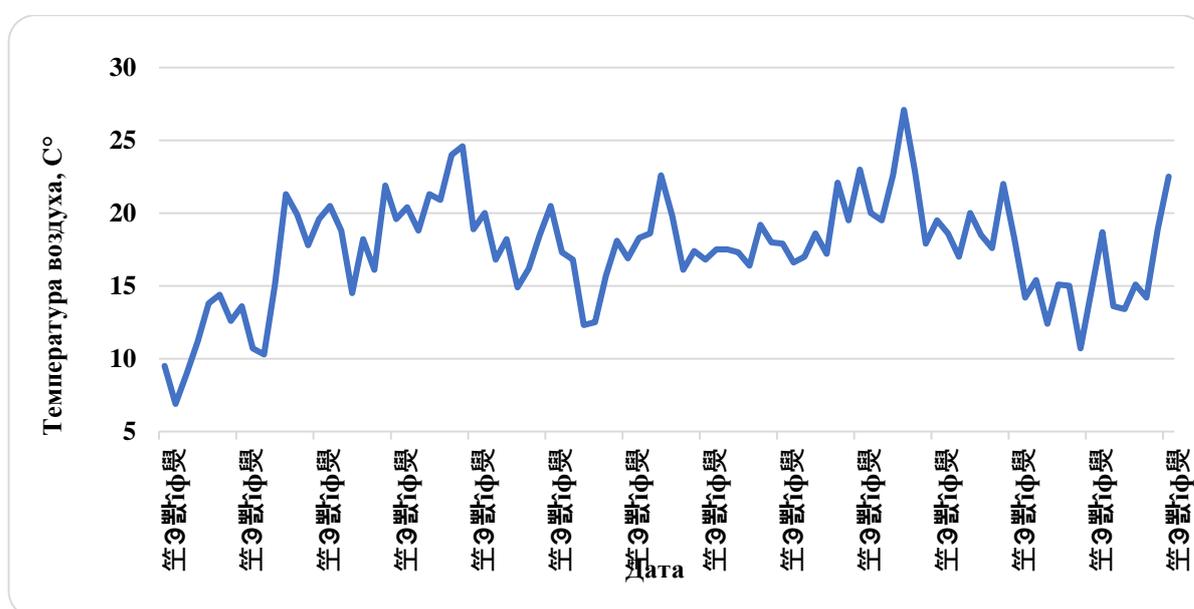


Рисунок 3.10 – График хода температуры воздуха за летний период 2023 года

В летние месяцы 2023 года среднесуточная температура воздуха изменялась от 6,9 до 27,1 °С. Минимальное значение было зафиксировано 2 июня, максимальное – 7 августа.

При понижении температуры воздуха, можно заметить, что количество загрязняющих веществ увеличивается. Например, такой рост происходил в период 12-14 июня.

Относительная влажность воздуха изменялась от 30 до 97 % (рис. 3.11). Минимальное значение было зафиксировано 12 июня, максимальное – 19 августа.

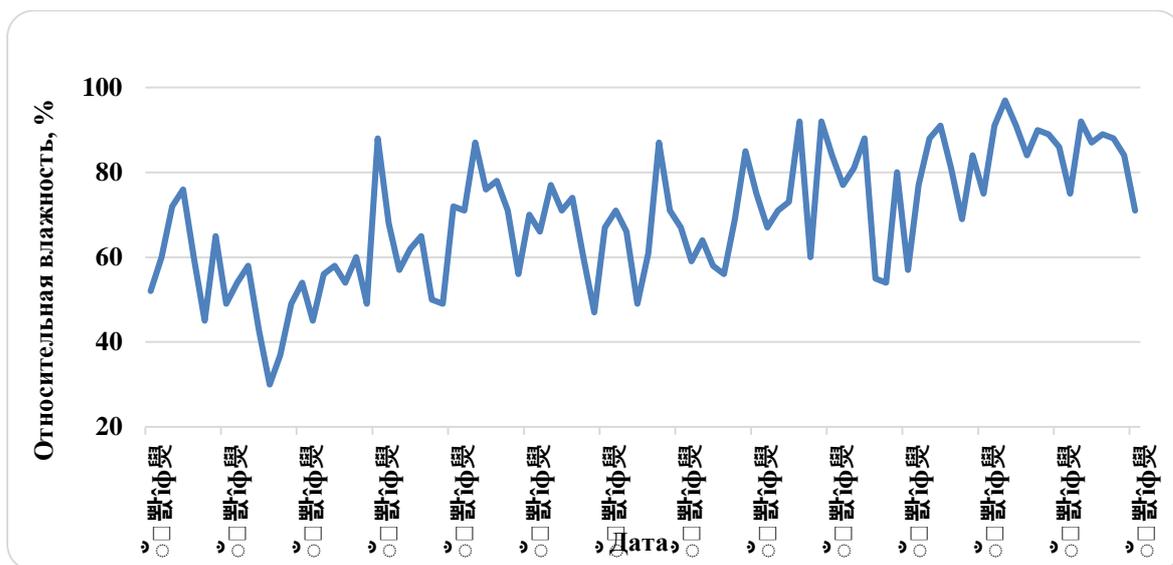


Рисунок 3.11 – График хода относительной влажности за летний период 2023 года

При анализе графиков концентраций и относительной влажности можно сделать вывод о том, что при большой влажности растут и значения концентраций загрязняющих веществ. Отсюда следует, что между ними наблюдается прямая зависимость.

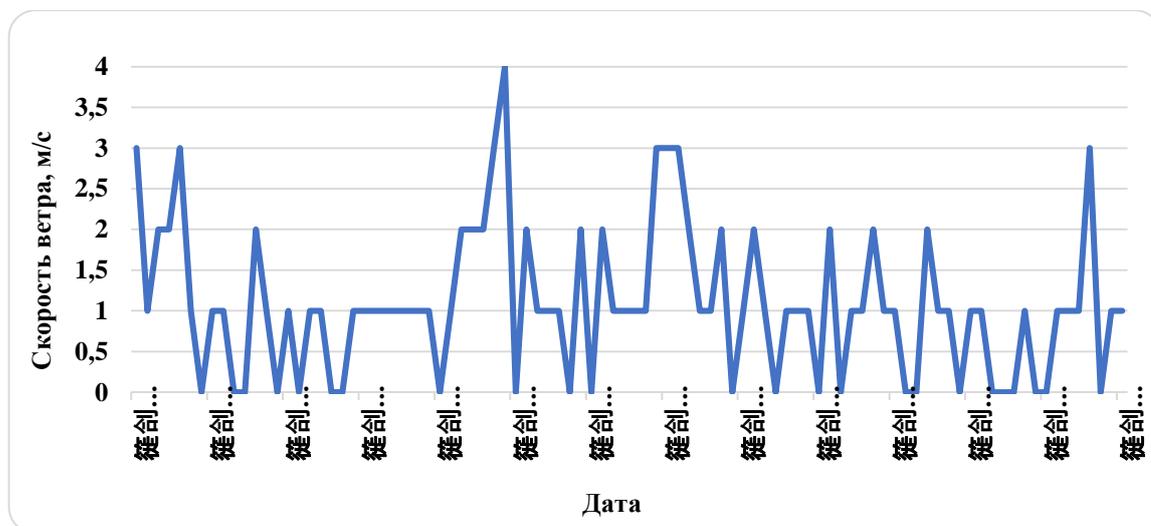


Рисунок 3.12 – График хода скорости ветра за летний период 2023 года

На рисунке 3.12 представлен график хода скорости ветра. Среднесуточная скорость ветра изменялась от 0 до 4 м/с. Максимальное значение скорости ветра равное 4 зафиксировано 05.07.2023 г. 24 раза из 92 дней лета 2023 года наблюдался штиль.

При безветренной погоде можно заметить повышение показателей загрязнения воздуха.

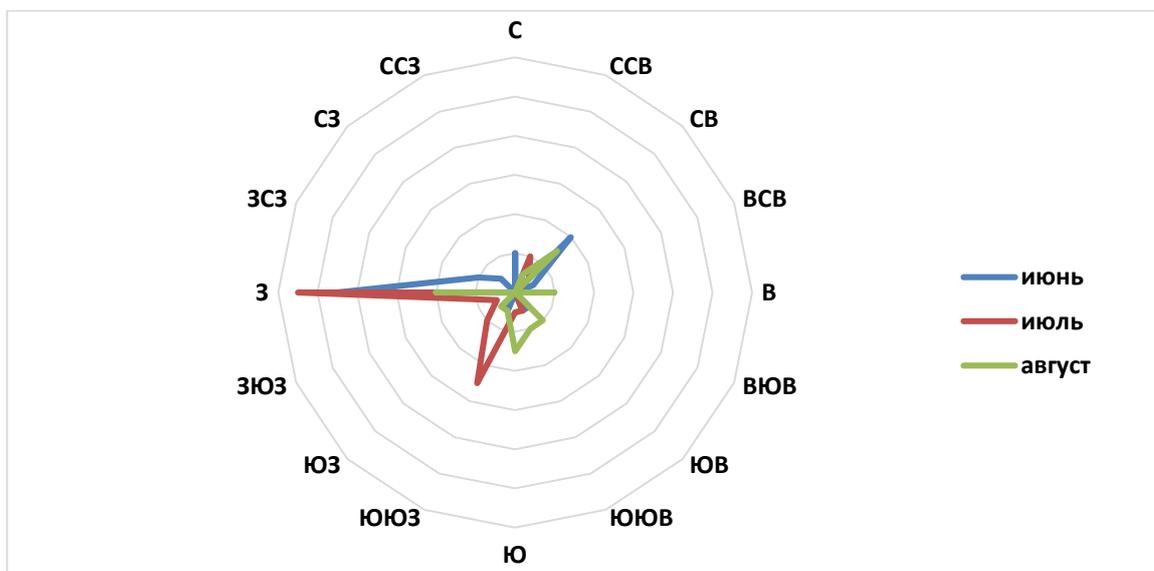


Рисунок 3.13 – График повторяемости направлений ветра за летний период 2023 года

В Санкт-Петербурге за летние месяцы преобладающим направлением ветра было западное. В июне 11 раз наблюдался западный ветер, в июле также 11 и в августе – 4.

Наблюдалось повышение концентраций загрязняющих веществ, когда направление ветра было со стороны производственных предприятий. Для станции №13 это северо-восток, а для станции №14 западные ветра.

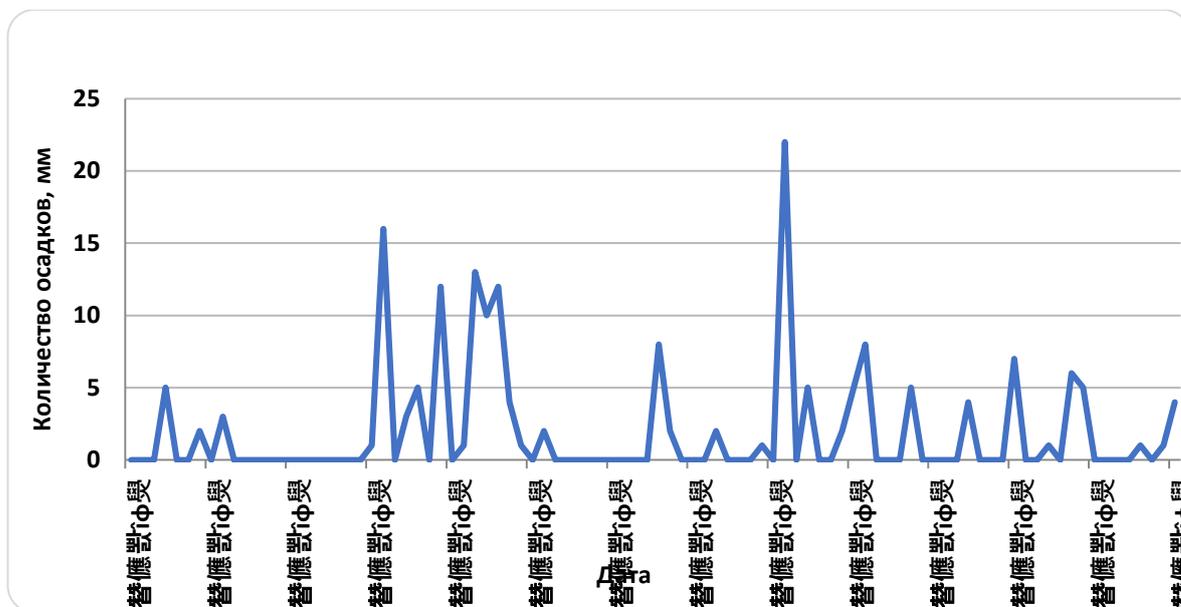


Рисунок 3.14 – График хода количества осадков за летний период 2023 года

В летние месяцы 2023 года количество осадков изменялось от 0 до 22 мм. Минимальное значение было зафиксировано 8 июня, максимальное – 28 июля.

По графикам можно сделать вывод, что между количеством осадков и концентрациями загрязняющих веществ обратная связь. После дней с наибольшим количеством осадков наблюдается понижение концентраций загрязняющих веществ.

## Заключение

В данной работе был произведен анализ экологической обстановки в Красногвардейском районе города Санкт-Петербург. При использовании данных со станций автоматического мониторинга № 13 и № 14 были составлены таблицы посуточно осредненных концентраций загрязняющих веществ за июнь, июль и август 2023 года, по которым построены графики распределения концентраций CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, O<sub>3</sub>.

Значения концентраций оксида углерода мало отличаются на обеих станциях. Максимальные концентрации взвешенных частиц на станции № 13 выше, чем на станции № 14. Это связано с тем, что автоматическая станция № 13 находится в непосредственной близости к крупной автодороге (50 м). Концентрации диоксида азота (NO<sub>2</sub>) не удалось сравнить, так как измерения на станции № 13 не проводились по техническим причинам. Концентрации всех загрязняющих веществ в летний период 2023 года на станциях Красногвардейского района не превышали ПДК<sub>сс</sub>.

После анализа метеорологических данных за выбранный период можно сказать, что при высоких температурах и сильном ветре концентрации загрязняющих веществ ниже. Это обосновывается тем, что производственные предприятия при более низких температурах выделяют больше выбросов в атмосферу, а ветер способствует скорому рассеиванию концентраций загрязняющих веществ. Также можно отметить, что в летний период 2023 года преобладало западное направление ветра, что хорошо, потому что многие автомобильные дороги в Красногвардейском районе распложены с запада на восток.

Результаты работы могут использоваться для дальнейшего исследования экологической обстановки города Санкт-Петербурга.

В дипломной работе задачи решены, а цели достигнуты.

## Список литературы

1. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2022 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2023. 368 с.
2. Сердюкова, А. Ф. Экологические проблемы мегаполисов / А. Ф. Сердюкова, Д. А. Барабанщиков. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2018. — № 25 (211). — С. 36-39.
3. Экология Санкт-Петербурга: загрязнение воздуха по районам [Электронный ресурс]: Качество воздуха в Санкт-Петербурге. - Режим доступа: <https://бризекс.рф/ecology-spb/ehkologiya-sankt-peterburga-zagryaznenie-vozduha-po-rajonam> (дата обращения: 15.12.2023).
4. Загрязнение воздуха – одна из главных угроз для человека и планеты [Электронный ресурс]: Организация Объединенных Наций. Официальный сайт. - Режим доступа: <https://news.un.org/ru/story/2021/09/1409462> (дата обращения: 15.12.2023).
5. Генеральный план Санкт-Петербурга (2023 год) [Электронный ресурс]: Комитет по градостроительству и архитектуре Санкт-Петербурга. Официальный сайт. - Режим доступа: <https://kgainfo.spb.ru/genplan2023/> (дата обращения: 16.12.2023).
6. World's Air Pollution: Real-time Air Quality Index [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://waqi.info> (дата обращения: 20.12.2023).
7. Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality – the Air Quality Index (AQI) — U.S. Environmental Protection Agency Office of Air Quality Planning and Standards Air Quality Assessment Division Research Triangle Park, NC, Publication No. EPA-454/B-18-007, 2018. 22 с.
8. Комарова Л.Ф., Кормина Л.А. Инженерные методы защиты окружающей среды. Техника защиты атмосферы и гидросферы от промышленных загрязнений: Учебное пособие. — Барнаул, 2000. - 395 с.

9. Источники выбросов: какие выбросы относятся к организованным и неорганизованным источникам [Электронный ресурс]: Компания «Экологические услуги». - Режим доступа: <https://ecolusspb.ru/articles/istochniki/>
10. Храмова Л.Н. Основы промышленной экологии: учеб. пособие / Р.А. Степень, С.В. Соболев. – Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2012. – 240 с.
11. Кормина, Л. А. Технологии очистки газовых выбросов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л. А. Кормина, Ю. С. Лазуткина. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 2.9 МБ). – Барнаул, Изд-во АлтГТУ, 2019. – Режим доступа: [http://elib.altstu.ru/uploads/open\\_mat/2020/Kormina\\_TehOchGazVyb\\_up.pdf](http://elib.altstu.ru/uploads/open_mat/2020/Kormina_TehOchGazVyb_up.pdf)
12. ГОСТ 17.2.1.03-84 Охрана природы (ССОП). Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения. – М., – 1985. – 14 с.
13. Акимова, Т.А., Хаскин, В.В. Экология. - М.: Издательское объединение ЮНИТИ, 2008. - 496 с.
14. Перечень передвижных и стационарных источников загрязнения [Электронный ресурс]: Всё о переработке и утилизации отходов. - Режим доступа: <https://musorish.ru/perechen-peredvizhnyh-i-statsionarnyh-istochnikov-zagryazneniya/> (дата обращения: 09.01.2024).
15. Штокман Е.А. Очистка воздуха. Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ), Москва, 2007, 312 с.
16. Мытько Л.Р. Зимнее содержание автомобильных дорог: Учебное пособие. — Москва Вологда, 2022 - 323 с.
17. Санкт-Петербург – крупнейший город федерального подчинения [Электронный ресурс]: Образовательный портал «Справочник». - Режим доступа: [https://spravochnick.ru/geografiya/sankt-peterburg-krupneyshiy\\_gorod\\_federalnogo\\_podchineniya/](https://spravochnick.ru/geografiya/sankt-peterburg-krupneyshiy_gorod_federalnogo_podchineniya/) (дата обращения: 13.01.2024).

18. Санкт-Петербург [Электронный ресурс] Большая российская энциклопедия. - Режим доступа: <https://bigenc.ru/c/sankt-peterburg-168d03> (дата обращения: 25.01.2024).
19. Даринский А. В. География Ленинграда. — Л.: Лениздат, 1982.
20. Санкт-Петербург. Петроград. Ленинград. Энциклопедический справочник. — М.: Научное издательство Большая Российская Энциклопедия, 1992. — С. 159—161. — 687 с. — 80 тыс. экз. — ISBN 5-85270-037-1.
21. Характеристика климата Санкт-Петербурга [Электронный ресурс] Экологический портал Санкт-Петербурга - Режим доступа: <https://www.infoeco.ru/index.php?id=1091> (дата обращения: 02.02.2024).
22. Климат Санкт-Петербурга и Ленинградской области [Электронный ресурс] ФГБУ «Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». - Режим доступа: <http://www.meteo.nw.ru/articles/index.php?id=2> (дата обращения: 11.02.2024).
23. Булыгина О.Н., Разуваев В.Н., Коршунова Н.Н. Снежный покров на территории России и его пространственные и временные изменения за период 1966–2010 гг. // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем: Т. 24. М.: изд. Ин-та глобального климата и экологии Росгидромета и РАН, 2011.
24. Ленинград. Историко-географический атлас. — М.: Главное управление геодезии и картографии при Совете министров СССР, 1981.
25. Поверхностные воды [Электронный ресурс] Экологический портал Санкт-Петербурга. - Режим доступа: <https://m.infoeco.ru/okruzhaushaya-sreda/poverkhnostnyie-vodyi> (дата обращения: 01.03.2024).
26. Экологическая ситуация в Санкт-Петербурге [Электронный ресурс] Новостройки Санкт-Петербурга. - Режим доступа: [https://78.house/wiki/ehkologija-sankt-peterburga/#part-2\\_\\_](https://78.house/wiki/ehkologija-sankt-peterburga/#part-2__) (дата обращения: 07.03.2024).

27. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2022 году/ Под редакцией А.В. Германа, И.А. Серебрицкого – СПб. 2023. - 226.с.
28. Красногвардейский район [Электронный ресурс] Администрация Санкт-Петербурга. Официальный сайт. - Режим доступа: <https://www.gov.spb.ru/gov/terr/krasnogvard/> (дата обращения: 22.03.2024).
29. Экологическая обстановка в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга [Электронный ресурс] КОМИТЕТ ПО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЮ, ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА, 2017. - Режим доступа: <https://www.gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2017/11/13/krasnogvardeisky.pdf> (дата обращения: 03.04.2024).
30. Погодные сервисы [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://pogoda-service.ru/> (дата обращения: 03.11.2023).

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1. Концентрации загрязняющих веществ за июнь 2023 г. в долях ПДК<sub>сс</sub>

Дата	Станция №13			Станция №14			
	СО	PM10	SO <sub>2</sub>	СО	NO <sub>2</sub>	PM10	O <sub>3</sub>
01.06.2023	0,1	0,2	0,1	0,05	0,1	0,05	0,5
02.06.2023	0,05	0,1	0,1	0,05	0,15	0,06	0,5
03.06.2023	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,07	0,4
04.06.2023	0,05	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,5
05.06.2023	0,05	0,1	0,1	0,05	0,2	0,05	0,5
06.06.2023	0,05	0,1	0,1	0,05	0,2	0,05	0,6
07.06.2023	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,06	0,4
08.06.2023	0,1	0,2	0,1	0,1	0,25	0,05	0,45
09.06.2023	0,05	0,1	0,1	0,08	0,2	0,05	0,5
10.06.2023	0,05	0,1	0,1	0,1	0,25	0,05	0,4
11.06.2023	0,1	0,3	0,1	0,1	0,3	0,1	0,3
12.06.2023	0,2	0,3	0,1	0,2	0,4	0,12	0,4
13.06.2023	0,1	0,2	0,1	0,1	0,4	0,1	0,4
14.06.2023	0,1	0,3	0,1	0,08	0,35	0,1	0,5
15.06.2023	0,2	0,3	0,1	0,2	0,4	0,13	0,4
16.06.2023	0,2	0,3	0,1	0,1	0,4	0,1	0,45
17.06.2023	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,5
18.06.2023	0,1	0,1	0,1	0,05	0,1	0,05	0,54
19.06.2023	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,05	0,56
20.06.2023	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,5
21.06.2023	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,1	0,45
22.06.2023	0,1	0,3	0,1	0,1	0,4	0,11	0,5
23.06.2023	0,1	0,3	0,1	0,1	0,3	0,12	0,6
24.06.2023	0,1	0,2	0,1	0,08	0,2	0,13	0,5
25.06.2023	0,1	0,2	0,1	0,1	0,25	0,12	0,5
26.06.2023	0,1	0,2	0,1	0,12	0,26	0,1	0,45
27.06.2023	0,1	0,3	0,1	0,13	0,3	0,1	0,4
28.06.2023	0,1	0,2	0,1	0,14	0,35	0,1	0,35
29.06.2023	0,1	0,2	0,1	0,15	0,4	0,12	0,3
30.06.2023	0,1	0,2	0,1	0,1	0,35	0,1	0,4

Таблица 2. Концентрации загрязняющих веществ за июль 2023 г. в долях ПДК<sub>сс</sub>

Дата	Станция №13			Станция №14			
	СО	PM10	SO <sub>2</sub>	СО	NO <sub>2</sub>	PM10	O <sub>3</sub>
01.07.2023	0,1	0,3	0,1	0,1	0,3	0,1	0,5
02.07.2023	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6
03.07.2023	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	0,6
04.07.2023	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,05	0,5
05.07.2023	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	0,6

Продолжение таблицы 2

06.07.2023	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,05	0,5
07.07.2023	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,05	0,4
08.07.2023	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	0,7
09.07.2023	0,1	0,1	0,1	0,05	0,1	0,05	0,4
10.07.2023	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	0,4
11.07.2023	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,05	0,3
12.07.2023	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3
13.07.2023	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,05	0,5
14.07.2023	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,6
15.07.2023	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,05	0,7
16.07.2023	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,05	0,6
17.07.2023	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,5
18.07.2023	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,3
19.07.2023	0,1	0,1	0,1	0,05	0,1	0,05	0,6
20.07.2023	0,1	0,1	0,1	0,05	0,1	0,05	0,6
21.07.2023	0,1	0,2	0,1	0,05	0,1	0,05	0,6
22.07.2023	0,1	0,1	0,1	0,05	0,1	0,05	0,6
23.07.2023	0,1	0,1	0,1	0,05	0,1	0,05	0,6
24.07.2023	0,1	0,1	0,1	0,05	0,1	0,05	0,6
25.07.2023	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	0,5
26.07.2023	0,1	0,2	0,1	0,1	0,05	0,1	0,3
27.07.2023	0,1	0,2	0,1	0,1	0,05	0,1	0,5
28.07.2023	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05	0,5
29.07.2023	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	0,1	0,5
30.07.2023	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05	0,5
31.07.2023	0,1	0,2	0,1	0,1	0,05	0,1	0,3

Таблица 3. Концентрации загрязняющих веществ за август 2023 г. в долях ПДК<sub>сс</sub>

Дата	Станция №13			Станция №14			
	СО	PM10	SO2	СО	NO2	PM10	O <sub>3</sub>
01.08.2023	0,2	0,2	0,1	0,1	0,05	0,1	0,3
02.08.2023	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4
03.08.2023	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,5
04.08.2023	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,5
05.08.2023	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,5
06.08.2023	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,5
07.08.2023	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6
08.08.2023	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,6
09.08.2023	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,4
10.08.2023	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,5
11.08.2023	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,4
12.08.2023	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,5
13.08.2023	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,4
14.08.2023	0,1	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1	0,6
15.08.2023	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,05	0,5
16.08.2023	0,2	0,3	0,1	0,2	0,4	0,1	0,3

## Продолжение таблицы 3

17.08.2023	0,1	0,3	0,1	0,1	0,4	0,1	0,5
18.08.2023	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,05	0,3
19.08.2023	0,1	0,05	0,1	0,1	0,1	0,05	0,2
20.08.2023	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,05	0,4
21.08.2023	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,3
22.08.2023	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,3
23.08.2023	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,05	0,4
24.08.2023	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2
25.08.2023	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2
26.08.2023	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2
27.08.2023	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,05	0,4
28.08.2023	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,05	0,3
29.08.2023	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,05	0,5
30.08.2023	0,2	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2
31.08.2023	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3

Примечание: измерения NO<sub>2</sub> на станции №13 не проводились по техническим причинам