



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 зимний период»

Исполнитель Вершинина Наталья Павловна
(фамилия, имя, отчество)

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

Крюкова Светлана Викторовна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)

доктор физико-математических наук, профессор
Кузнецов Анатолий Дмитриевич

«13» июня 2022 г.

Санкт-Петербург
2022

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Окружающая среда.....	5
1.1 Понятие окружающей среды.....	5
1.2 Загрязнение окружающей среды.....	6
1.3 Источники и виды загрязняющих веществ.....	9
1.4 Меры по борьбе с загрязнителями.....	15
1.5 Метеопараметры.....	16
2. Экологический мониторинг.....	19
2.1 Понятие экологического мониторинга.....	19
2.2 Классификация мониторинга.....	21
2.3 Автоматические станции контроля загрязнения атмосферы.....	23
2.4 Государственный экологический мониторинг.....	28
3. Исследование загрязнённости воздуха в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга.....	32
3.1 Климатическая и географическая характеристика города Санкт-Петербурга.....	32
3.2 Красногвардейский район города Санкт-Петербурга.....	33
3.3 Анализ экологической ситуации в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга в зимний период	34
Заключение.....	43
Список литературы	45
Приложение.....	46

Введение

Экологическая катастрофа городов стала важной глобальной проблемой. В последнее время текущая экологическая ситуация в мире только ухудшается. Многие города просто насыщены загрязняющими веществами.

Наибольшее негативное воздействие на атмосферу оказывает промышленность. Ежегодно предприятия выбрасывают в атмосферу тысячи тонн пыли, химикатов и тяжёлых металлов. Не все предприятия оснащены очистными сооружениями или экономят на них.

Транспортные средства также имеют значительное влияние. Подсчитано, что в среднем один автомобиль ежегодно выбрасывает в атмосферу 600-800 кг оксида углерода, около 40 кг оксида азота и около 200 кг несгоревших углеводородов.

Для крупных городов характерно сильное загрязнение воздуха. Это связано с большим количеством факторов, которые оказывают пагубное влияние. Одним из таких мест, в котором огромное количество загрязняющих веществ, является Санкт-Петербург. Экологическая ситуация в Санкт-Петербурге за последние десятки лет только ухудшилась. Это связано с быстрым ростом населения.

Слишком быстрый рост промышленности и транспорта привёл к тому, что в воздух выбрасывается очень много загрязняющих веществ. Это, в свою очередь, приводит к повышению концентрации загрязняющих веществ в воздухе. Проникновение этих веществ в организм вызывает патологии и заболевания дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Поэтому эта экологическая проблема актуальна для каждого человека на Земле.

Целью данной работы является оценка экологической ситуации в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга в зимний период 2020-2021 гг..

Для достижения целей выстраивается ряд задач:

1. Проанализировать уровень загрязнения воздуха на станциях № 14 и 13.
2. Проанализировать зависимость загрязняющих веществ и метеопараметров.
3. Сделать выводы по анализу данных.

Предметом исследования являются данные, полученные со станций экологического мониторинга воздуха № 14 (Уткин пр., д.16) и № 13 (Шоссе Революции, 84), расположенных в Красногвардейском районе.

Предметом исследования являются концентрации загрязняющих веществ: CO, NO, NO₂, а также метеорологические параметры: температура, влажность, скорость и направление ветра за зимний (декабрь, январь и февраль) период 2020-2021 годов.

Структура итоговой работы: работа состоит из введения, из трёх глав, которые разделены на подглавы, заключения, списка используемой литературы и приложения.

Первая глава посвящена окружающей среде и загрязняющим веществам. Вторая глава посвящена экологическому мониторингу окружающей среды. Третья глава посвящена общей экологической обстановке в г. Санкт-Петербурге и анализу экологической обстановки в Красногвардейском районе.

В конце работы делаются основные выводы по результатам исследования.

1 Окружающая среда

1.1 Понятие окружающей среды

Человек взаимодействует с окружающей средой с первого дня своего рождения и на протяжении всей жизни. Эта связь заключается в том, что человек удовлетворяет свои физиологические потребности с помощью природы. Человек берет у природы все необходимое для выживания. Окружающая среда оказывает большое влияние на организм человека и его жизнь.

Жизнь каждого человека можно рассматривать как постоянную адаптацию к изменениям в окружающей среде. Адаптация – это привычка понимать, как человеческий организм приспосабливается к изменяющимся факторам окружающей среды. Эти факторы включают солнечный свет, температуру, влажность и скорость воздуха, атмосферное давление, шум, вибрацию, погоду, климат и многое другое.

В жизни на организм человека влияет не один, а множество факторов окружающей среды. Факторы могут быть индифферентными или оказывать положительное влияние. Однако они также могут причинить вред, вплоть до летального исхода.

И все же, какова окружающая среда. Окружающая среда — очень широкое понятие. Окружающей средой принято называть среду обитания и жизни человека, весь окружающий мир, в том числе природную и антропогенную среду.

Окружающую среду можно разделить на три компонента: воздух, вода, почва.

Воздух считается основным элементом окружающей среды для всех биологических форм жизни на Земле. Вода покрывает 70% поверхности Земли. Из всей Солнечной системы только Земля имеет такие запасы воды. Наша жизнь невозможна без воды, как и без воздуха.

Вода занимает важное место в жизни всех живых организмов на Земле. Она выполняет множество функций в организме человека. Вода является частью почти всех процессов на Земле [1].

Почва — верхний плодородный слой Земли, занимающий 30 % поверхности. Обеспечивает растение всеми необходимыми веществами. Почва делится на две составляющие: органическую и неорганическую. К органическим относится гумус, а не органические глины, песок и некоторые соли. Но не только окружающая среда влияет на человека, но и люди оказывают сильное влияние на окружающую среду. Деятельность человека влияет на различные компоненты климата.

1.2 Загрязнение окружающей среды

Загрязнение окружающей среды – это поступление в окружающую среду физических, химических или биологических загрязнителей, не свойственных ей, либо превышение среднегодового уровня, приводящее к негативным последствиям [2].

Загрязнение окружающей среды давно стало важным. Глобальная мировая проблема стала серьезной в связи с интенсивной индустриализацией. Экологическая ситуация ухудшается с каждым днем. Ученые всего мира бьют тревогу об экологической катастрофе, которая надвигается на нас. Об этом также свидетельствуют сообщения о частом разливе нефти в океан, высоких выбросах загрязняющих веществ в атмосферу и других техногенных авариях. Мировой океан постоянно загрязняется бытовыми и промышленными сточными водами, что приводит к образованию вредных микробов. Мировой океан находится под сильным влиянием деятельности человека, так как три четверти населения мира проживает в прибрежной зоне. Однако нередки случаи попадания нефти в океан. Это происходит по разным причинам: добыча нефти, аварии на нефтепромыслах, аварии танкеров. В результате этих выбросов страдают не только люди, но и природа. В результате проникновения

нефти в океан гибнут рыбы и вымирают морские птицы. В некоторых странах люди уже вынуждены покупать чистую питьевую воду, потому что их вода не подходит для питья.

Раньше люди думали, что природные ресурсы не закончатся, но развитие промышленности приводит не только к загрязнению окружающей среды, но и к истощению ресурсов. Ежегодно в мире производится 75 000 км² леса.

Загрязнение окружающей среды оказывает значительное влияние на здоровье человека. Выявлена четкая связь между загрязнением воздуха и дыхательными заболеваниями: трахеитом, бронхитом, астмой, раком легких и пневмонией.

Смертность от рака легких повысилась в два раза за 10 лет. Наиболее чувствительные к воздействию загрязнения атмосферного воздуха дети, люди с хроническими заболеваниями органов дыхания и пожилые люди.

Воздушная пыль с кремнием вызывает силикоз. При этом заболевании легочная ткань замещается соединительной тканью и перестаёт работать. Люди, которые постоянно находятся в очень запылённых помещениях, имеют бронхит, аллергические реакции, астму. Многие заболевания лёгких и рак, связаны с загрязнением асбестом, что особенно заметно в районах, где расположены цементные заводы. Поражение глаз пеплом на улицах промышленных центров составляет 30-60% всех глазных заболеваний.

Действие диоксида серы и его производных на организм человека и животных сказывается на верхних дыхательных путях. Ангидрид серы в концентрациях до 20 мг/м³ вызывает раздражение слизистой оболочки носа, гортани и глаз. Воздействие огромных доз диоксида серы может привести к отеку лёгких и летальному исходу.

В городах миллиониках и промышленных центрах, в которых содержится преимущественно большое количество канцерогенных полициклических углеводородов, люди чаще болеют раком и психическими заболеваниями.

Среди городских загрязнителей бензол вызывает рак простаты, рак крови кадмий, мышьяк вызывает рак кожи и печени, а асбест вызывает рак лёгких.

Бензопирен ($C_{20}H_{12}$) очень токсичен. Его источниками являются выбросы от транспорта, промышленные отходы от переработки и сжигания топлива. Скопление этого вещества в плотных транспортных районах может достигать 6 мкг/100 м³ в атмосфере [3].

Эксперименты, которые проводились учеными, показали, что даже небольшие количества бензапирена могут вызывать злокачественные новообразования.

У детей загрязнение окружающей среды может вызвать искривление, привести к колебаниям роста и веса, а также к изменениям состава крови. Дети, проживающие в загрязненных районах, постоянно живут с повышенным артериальным давлением, многие из которых страдают различными формами анемии. Количество аллергических заболеваний может увеличиться в 5-6 раз.

Свинец вызывает хроническое отравление организма в различных проявлениях. Он может поражать кровеносную, мочеполовую систему, нервную систему, а также нарушать белковый синтез. При концентрации в крови 0,85 мг/л возникают головные боли, повышенная утомляемость, психические расстройства, депрессия. Однократное вдыхание свинца в концентрации 271-795 мг/м³ вызывает смерть [4].

Оксиды азота повышают чувствительность организма к вирусам. Раздражение легких вызывает пневмонию и бронхит. Оксид азота является отравой для крови. Он превращает оксигемоглобин в метгемоглобин и оказывает прямое влияние на центральную нервную систему. Хроническое отравление оксидом азота предшествует нарушениям дыхания и кровообращения. Диоксид азота вызывает отек легких, вызывая анаэробное окисление в легочной ткани. Озон ухудшает хронические болезни сердца, сопротивляемость простудным заболеваниям и может вызвать астму и бронхит.

Аммиак вызывает дискомфорт в глазах, верхних дыхательных путях и приводит к головной боли. Смертельные последствия могут наступить при вдыхании паров в концентрациях 1500-2700 мг/м³ при движении 0,5-1 ч. Пары

ртути очень опасны. Их действие на организм человека проявляется по-разному, что зависит от способов поступления в организм и дозировки.

Шумовое загрязнение негативно сказывается на нервную систему человека. Это может привести к потере слуха. Опасность воздействия шума повышает способность организма человека накапливать звуковые раздражители. В зависимости от того, что происходит в кровотоке, сердце и железы работают с эндокринной и мышечной выносливостью.

Методанные показывают, что процент нервно-психических заболеваний выше у людей, которые работают в шумных условиях. Реакция на шум часто проявляется повышенной возбудимостью и раздражительностью. Часто бывает сложно общаться с людьми, постоянно подвергающимися воздействию шума [5].

Шум отрицательно сказывается на зрительном и вестибулярном аппаратах, снижает устойчивость ясновидения и рефлекторную деятельность организма человека. Ослабляется чувствительность зрения в сумерках, снижается чувствительность дневного зрения к оранжево-красным лучам.

1.3 Источники и виды загрязняющих веществ

По условиям происхождения все загрязнители атмосферного воздуха делятся на примеси естественного и искусственного происхождения.

Загрязняющие вещества природного происхождения попадают в атмосферу в результате природных явлений, происходящих в природе (пыльные бури, лесные и торфяные пожары, извержения вулканов и др.). Эти причины не грозят негативными последствиями для природных экосистем (за исключением некоторых катастрофических природных явлений).

В эпоху научно-технического прогресса, который характеризуется высокими темпами роста промышленного производства, производства и потребления электроэнергии, рост количества автомобилей, антропогенные источники

загрязнения превысили естественные объемы и приобрели всеобъемлющий характер.

Главными причинами интенсивности и влияния антропогенного воздействия на атмосферный воздух являются:

- выброс в атмосферу огромного количества антропогенных веществ (приводящий к изменению ее состояния, изменению физико-химических свойств);
- прямой нагрев и изменение радиационных характеристик атмосферы вследствие антропогенных изменений подстилающей поверхности.

Антропогенное загрязнение атмосферного воздуха описывается различными видами и многочисленностью источников. Если в начале двадцатого века в промышленности использовалось 19 химических частей, то в середине века в промышленном производстве стали использовать 50 элементов, а в семидесятых годах почти все элементы таблицы Менделеева. Это сильно повлияло на состав промышленных выбросов и привело к новому сильному загрязнению атмосферного воздуха аэрозолями тяжелых и других металлов, синтетическими соединениями, не встречающимися в природе, радиоактивными, канцерогенными, бактериологическими и другими веществами [1].

Например, только один автомобиль за 6 лет использования выбрасывает в атмосферу 0,25 тонны NO_2 , 0,9 тонны CO , 9 тонн CO_2 и 80 килограммов углеводов. На долю автомобилей приходится 25% сжигаемого топлива. Около 50 % соединений свинца попадает в атмосферу из легковых автомобилей и 2/3 диоксида азота из грузовиков [3].

Автомобиль является источником пылевого загрязнения воздуха. Пыль возникает при износе шин и выделяется выхлопными газами, поступающими в город в виде грязи на кузовах автомобилей.

Больше всего загрязняющих веществ поступает в атмосферу от транспортных средств (72% от всех выбросов). При работе промышленных

предприятий образуются выбросы за счет технологических, производственных и других процессов (54,4 %) и сжигания топлива (45,6 % в 2008 г.) [6].

Превосходят по численности выбросы в атмосферу оксида углерода, оксидов азота углеводородов и диоксида серы. Заметная часть угарного газа и оксидов азота, которые выбрасываются в атмосферу, связана с эксплуатацией автотранспорта. Главными импортёрами диоксида серы и твёрдых частиц в атмосферу являются промышленные предприятия.

Разделяют следующие виды загрязнения воздуха: физическое, механическое и биологическое.

Механические загрязнения - ртуть, пыль, свинец, фосфаты. Они получаются при сжигании ископаемого топлива и при производстве строй материалов.

К физическим загрязнениям относятся световые (ухудшение естественного освещения помещений из-за искусственных источников света), тепловые (попадание в атмосферу нагретых газов), шумовые (из-за антропогенных шумов), радиоактивные, электромагнитные (от линий электропередач, радио и телевидения, промышленное оборудование).

Биологическое загрязнение чаще является результатом увеличения микроорганизмов и антропогенной деятельности (теплоэнергетика, промышленность, транспорт). Более частыми токсичными загрязнителями атмосферного воздуха являются: оксиды азота (NO_x), углеводороды, окись углерода (CO), двуокись серы (SO_2) и пыль [1].

С учётом зависимости от источника и механизма возникновения различают первичные и вторичные загрязнители атмосферного воздуха. К первым относятся химические вещества, которые выбрасываются непосредственно в воздух из стационарных или мобильных источников. Вторичные возникают вследствие контакта первичных загрязнителей атмосферы между собой и с присутствующими в атмосфере веществами (кислородом, аммиаком, озоном, влагой) под действием ультрафиолетового излучения. Вторичные загрязнители, такие как пероксиацетилнитраты, часто намного токсичнее, чем первичные

загрязнители воздуха. Большинство частиц и аэрозолей, которые присутствуют в атмосфере, чаще вторичные загрязнители.

В связи с токсичностью и потенциальной опасностью загрязняющих веществ их возникновение и источники выбросов были разделены на несколько групп:

1) основными (критериальными) загрязнителями атмосферного воздуха являются оксид углерода, оксиды азота, углеводороды, диоксид серы, твёрдые частицы и фотохимические оксиданты;

2) абразивные соли (кварц, асбест и др.);

3) полициклические ароматические углеводороды (ПАУ);

4) пестициды;

5) следы элементов (преимущественно металлов);

6) стойкие газы (углекислый газ, фторхлорметан);

7) различные загрязнители, которые оказывают комплексное воздействие на организм (нитрозамины, озон, нитраты, сульфаты, кетоны, альдегиды и др.).

Все опасные загрязнители классифицируются как основные загрязнители атмосферного воздуха. Оксиды азота возникают при высокотемпературной фиксации азота и кислорода в силовых установках и двигателях внутреннего сгорания. Оксид азота возникает при электрических разрядах в атмосфере и находится в выхлопных газах автомобилей.

Каждый год в атмосферу попадает около 150 миллионов тонн оксидов азота, 54 % которых поступает из антропогенных источников. В конце концов, оксиды азота трансформируются в нитраты в атмосфере. Двоокись серы возникает при сгорании топлива с высоким содержанием серы (уголь, нефть).

Источниками выбросов этого опасного газа являются стационарные источники горения, двигатели внутреннего сгорания, промышленное оборудование (производство удобрений, серной кислоты). Диоксид серы считается основным и важнейшим загрязнителем атмосферного воздуха, опасным для животных и растений, которые участвуют в образовании фотохимического смога. Общий выброс диоксида серы в атмосферу серы составляет 200 миллиона т. в год, а это значит, что он значительно превышает

расход большинства других ядохимикатов в атмосферу и постоянно растёт в соответствии с ростом энергопотребления [3].

Угарный газ — более опасный и чрезвычайно распространённый газообразный яд воздуха, токсичность которого обусловлена реакцией с гемоглобином крови. Образование CO происходит из-за неполного сгорания различных видов топлива. Лесные пожары и фотохимическая конверсия органических соединений - основные природные источники CO в атмосфере. Около 25% CO имеет антропогенное происхождение. Средняя концентрация CO в атмосфере (около 10-5%) значительно возрастает (до 30%) на КАД и в городских районах в часы пик. Ожидается, что загрязнение воздуха от стационарных источников с использованием токсичных веществ, например, оксид серы и пыль, азота и углерода, в будущем возрастёт.

Однако большую опасность представляют газы и пары органических веществ и тяжёлых металлов (свинец, кадмий, бериллий и др.). Концентрация углеводородов, которые выбрасываются в атмосферу из природных источников, несколько превышает 1 мг/м³. Ежегодные выбросы углеводородов составляют 3 · 10⁸ тонн в год, из них 50% приходится на транспортные операции, около 15 % – выбросы углеводородов от сжигания жидкого топлива в жилых массивах и на тепловых электростанциях, 26 % – уголь, отходы и топливо. горение, испарение и растворители.

В среднем автомобильные выбросы содержат около 120 мг/м³ ацетилена, 400 мг/м³ парафина, 200 мг/м³ ароматических углеводородов и 300 мг/м³ олефиновых углеводородов [3].

При сжигании угля одновременно в атмосферу попадает максимальное количество загрязняющих веществ. Этот источник составляет 85% оксидов серы, более 95% твёрдых частиц, 70% оксидов азота и более 90% микроэлементов от общих выбросов всех тепловых электростанций, которые работают на угле, газе и нефти.

Загрязняющие вещества, накапливающиеся в атмосфере, коммуницируют, гидролизуются и окисляются под действием влаги и кислорода воздуха, а ещё

меняют свой состав под действием радиации. В результате время нахождения токсичных примесей в атмосфере тесно связано с их химическими свойствами.

Для диоксида серы этот срок 4 дня, для сероводорода – два, для оксида азота – пять, для аммиака – семь дней. В таблице 1 перечислены основные загрязнители, источники и характер воздействия.

Таблица 1 Основные источники загрязнения

Вещество	Основные источники загрязнения	Основные объекты и характер воздействия
Радиоактивные вещества	Аварии на атомных станциях, при транспортировке и переработке отходов. Свалки и заражённые уголья	Биологические объекты - прямое поражение и по пищевым цепям. Лучевая болезнь, канцерогенез, генетические последствия
Ртуть	Сжигание органического топлива. Производство хлора, пластмасс, бумаги, соды. Элетролиз, обработка руд. Свалки: термометры, ртутные лампы	Медленное отравление почв и пресноводных водоёмов. Поражение нервной системы и почек с летальным исходом.
Свинец	Цветная металлургия, автотранспорт, свалки	Поражение нервной системы, печени и кроветворных органов, обогащение и накопление в пищевых цепях
Кадмий	Цветная металлургия, свалки	Канцерогенез
Мышьяк	Цветная металлургия, свалки	Особо ядовит в соединениях
Удобрения, пестициды	Производство, хранение	Отравление людей и животных непосредственно и по пищевым цепям с тяжёлыми генетическими последствиями
Окислы серы	Тепловая энергетика,	Закисление почв и водоёмов,

	нефтехимия и тд.	деградация и гибель лесов, респираторно воздействие на людей, коррозия металлов
Аммиак и аммоний	Аммонийные удобрения, животноводство. нечистоты	Эвтрофикация водоёмов, респираторное воздействие на людей
Пыль	Тепловая энергетика, металлургия, карьеры и терриконы, производство цемента, эрозия почв	Респираторное воздействие на людей, угнетение растительности, повышенный износ техники
Диоксины и другие органические вещества	Химическое и биохимическое производство, авария на химических и электротехнических установках	Особо опасные и опасные ядовитые вещества, в малых концентрациях - сильные канцерогены и мутагены
Болезнетворные микроорганизмы	Неочищенные сточные воды свалки (грызуны -крысы и мыши)	Холера, чума, дизентерия, сальмонеллезы, инфекционный гепатит
Хлорфторуглероды	Аэрозольные распылители, холодильные установки, электротехническая и электронная промышленность	Безвредны для биоты. Попадая в стратосферу, разрушают озоновый слой

1.4 Меры по борьбе с загрязнителями

Самое главное в борьбе с загрязнителями – сотрудничество между странами. Подписание различных договоров и контроль за их выполнением. Есть много организаций, занимающиеся проблемой загрязнения на высоком глобальном уровне. Однако иногда этого мало, поэтому в каждой стране есть свои регуляторы.

Человечество не стоит на месте и стремительно развивается. Лидеры по производству автомобилей начинают серийно выпускать электромобили без вредных выбросов. При правильном уходе за аккумулятором можно сказать, что электромобили практически безвредны для окружающей среды. В многих

развитых странах мира людей поощряют покупать электромобили, предоставляя им более выгодные условия, такие как освобождение электромобилей от налога и специальные парковочные льготы. Они также снижают количество выбросов двигателей внутреннего сгорания за счёт перехода на более экологичное топливо, т.е. природный газ. Выбросы, безусловно, будут, но они уменьшатся в несколько раз.

Ещё один важный момент – утилизация отходов. Сначала, мы должны попытаться переработать отходы на переработку или создать биотопливо. Создаётся огромное количество мусороперерабатывающих заводов. Так вот, например, в Швеции столкнулись с нехваткой отходов. Швеция перерабатывает 99% отходов и только 1% отправляет на свалки. Из них 50,5% перерабатываются и 48,5% сжигаются для производства энергии. Но в Швеции не остановились и начали завозить отходы из-за границы. Это позволяет стране зарабатывать больше денег за счёт переработки отходов из других стран. Все это потому, что обязанности чётко разделены. Жители страны несут ответственность за сортировку бытовых отходов. Муниципалитеты несут ответственность за сбор и доставку на перерабатывающие предприятия [7].

Важнейшим способом борьбы за окружающую среду является глобальный экологический мониторинг. Глобальный экологический мониторинг, который объединяет большинство стран мира.

2.5 Метеопараметры

Состояние локального загрязнения приземного слоя воздуха сильно зависит от метеорологических условий. Точно известно, что при одних и тех же параметрах эмиссии ИЗА в зависимости от погодных условий концентрация у земли может изменяться на порядок и более.

По распределению загрязняющих веществ в атмосфере метеорологические условия делятся на нормальные и аномальные. Обычно они характеризуются в основном наличием сильного ветра среднего направления.

Таковы условия в крупных городах со скоростью ветра более 1-2 м/с. При более низких скоростях (спокойных или околоспокойных) за счёт элементов рельефа и термической неоднородности субстрата могут образовываться локальные зоны циркуляции, что приводит к накоплению поллютантов в дыхательном слое. Дело становится особенно опасным при наличии вертикальной инверсии температуры, которая препятствует уносу примесей в верхние слои атмосферы. Именно при таких метеорологических условиях записываются максимальные уровни загрязнения при инструментальных наблюдениях.

Разделение метеорологических условий на нормальные и аномальные играет важную роль в понимании результатов инженерных расчётов загрязнения атмосферного воздуха. Все дело в том, что инженерные модели можно использовать только при нормальных погодных условиях, потому что одно направление ветра и его стационарный характер являются для них необходимым условием. Поэтому рассчитанная «максимальная» концентрация — это не абсолютный максимум загрязнения, а самая высокая из концентраций для нормальных условий. Хотя мы предполагаем, что метод расчёта и параметры выбросов полностью соответствуют тому, что происходит в природе, превышение расчётного максимума все же возможно и зависит от повторяемости аномальных неблагоприятных погодных условий.

В пределах любой локальной стационарной модели важнейшими метеорологическими параметрами с точки зрения рассеивания грязи являются скорость и направление ветра, а также влажность и температура. Скорость и направление ветра измеряются напрямую. Изучение методов измерения скорости ветра показывает, что относительная погрешность колеблется от 15 % (при скорости около 5 м/с) до 55 % (при скорости около 1 м/с). Со стороны решения задач аэрозольного переноса в локальном масштабе интересно, что ошибки в определении направления ветра могут приводить к ошибке положения оси дымового подъёмника на карте порядка 10-15%, в следствии чего приведёт к большой ошибке моделирования. Это необходимо учитывать

при трактовке понятия «опасное направление ветра» и определении основных виновников загрязнения данной точки города. Вышеизложенное еще раз подчёркивает, что на практике при решении краткосрочных задач нормирования выбросов в условиях неравенства интересно прогнозировать максимальную индивидуальную концентрацию с достаточной точностью даже без указания момента времени, когда это произойдёт.

2. Экологический мониторинг

2.1 Понятие экологического мониторинга

Экологический мониторинг может восприниматься по-разному как природоохранная мера, как функция государственного управления и экологического мониторинга.

Мониторинг – это система непрерывного наблюдения, оценки состояния окружающей среды и изменений в ней.

Экологический мониторинг - это объединение организационных структур, методов, методов и приёмов наблюдения за состоянием окружающей среды, которые происходят в ней изменениями, их последствиями, а также видами деятельности, производственными и иными объектами, которые могут представлять опасность для окружающей среды, здоровье человека и зоны контроля [8].

Федеральный закон об охране окружающей среды содержит основные положения об экологическом мониторинге. Все законодательство о природных ресурсах и регулирующее законодательство также включают положения о мониторинге. Кроме того, положения о мониторинге окружающей среды содержатся и в других федеральных законах, а именно Водном кодексе Российской Федерации (статья 78), «Об охране атмосферного воздуха» (статья 23), Лесном законе Российской Федерации (статья 69), (Статья 36.1) http://www.consultant.ru/document/cons_doc/34/

Имеется специальная наблюдательная сеть для мониторинга окружающей среды. Эта сеть состоит из лабораторий, станций, стационарных и мобильных наблюдательных пунктов, центров и обсерваторий. Для проведения регионального и местного мониторинга органами местного самоуправления создаются специализированные посты, посты и другие элементы наблюдательной сети.

Данные, полученные в результате мониторинга окружающей среды, используются в отчётах о состоянии и охране окружающей среды на государственном уровне.

Министерство природных ресурсов Российской Федерации несёт ответственность за организацию и осуществление государственного экологического мониторинга. Силы по защите природных ресурсов требуют тщательного планирования как на национальном, так и на международном уровне. Такое планирование требует не только подробной информации о текущем состоянии экосистем и уровне загрязнения окружающей среды, превышениях допустимых антропогенных нагрузок, кризисных и катастрофических, но и тенденциях в биосфере (негативных и позитивных), в том числе о производительности принимаемых мер. Меры, принятые для защиты природы и уменьшения загрязнения.

Также необходимо своевременное уведомление о возникающих опасностях.

В системе состоят органы, осуществляющие мероприятия по охране окружающей среды, и система информационного обеспечения этих органов, роль которых обусловлена антропогенными изменениями природной среды и состоянием возобновляемых ресурсов, носящим краткосрочный характер, например экологический мониторинг. Поэтому система систематических наблюдений за изменениями биосферы под влиянием деятельности человека называется экологическим мониторингом. В целом, на протяжении всего времени, люди постоянно следили за состоянием природной среды.

Жители Древнего Египта пристально следили за разливами Нила, их состоянием и высотой подъёма воды и даже предсказывали изменения. Подобные службы, видимо, существовали в древней Месопотамии. Цветение сакуры наблюдали в Японии.

Систематические научные наблюдения за погодой в Европе ведутся уже около двух столетий. Все эти наблюдения направлены на изучения в изменениях в природе, которые вызваны натуральными причинами и которые

происходят в ходе длительных периодов времени. По сравнению с природными факторами, антропогенные воздействия могут приводить к очень быстрым изменениям состояния биосферы, скорости процессов, которых в сотни и тысячи раз превышают естественные.

По правилам, система мониторинга не требует организации сети новейших станций мониторинга, линий связи и центров обработки данных и в множестве случаев опирается на налаженную инфраструктуру гидрометеорологических служб и особенно на Всемирную метеорологическую службу Всемирной метеорологической организации.

2.2 Классификация мониторинга

Мониторинг можно структурировать по различным критериям. В зависимости от области применения различают следующие виды мониторинга, которые представлены на рисунке 1: глобальный, локальный, национальный, региональный и фоновый (базовый).

Глобальный мониторинг осуществляется по всему миру благодаря участию большинства стран. Станции находятся не только на суше, но и на воде. На Земле насчитывается более 30 наземных и 10 водных станций. Наземные станции часто находятся в заповедниках.

Страны, в которых расположены станции, участвуют в управлении глобальным мониторингом.

Национальный мониторинг – мониторинг, осуществляемый на территории одного государства, в том числе региональный мониторинг. Национальный мониторинг регулируется только различными федеральными законами Российской Федерации. Региональный мониторинг включает мониторинг в конкретном регионе. С помощью этого мониторинга оценивается степень воздействия антропогенных факторов на определённый регион.

Локальный мониторинг ещё называется мониторингом воздействия. Локальный мониторинг проводится в определённых районах города или вблизи

крупного источника загрязнения, например, ТЭЦ, завода и т.п. Такой мониторинг возможен с помощью как стационарных, так и мобильных станций

Фоновый (базовый) мониторинг — это слежение за общебиосферными явлениями без наложения на них региональных антропогенных влияний. Фоновый мониторинг проводят на базе, как правило, биосферных заповедников, где исключена всякая хозяйственная деятельность [8].

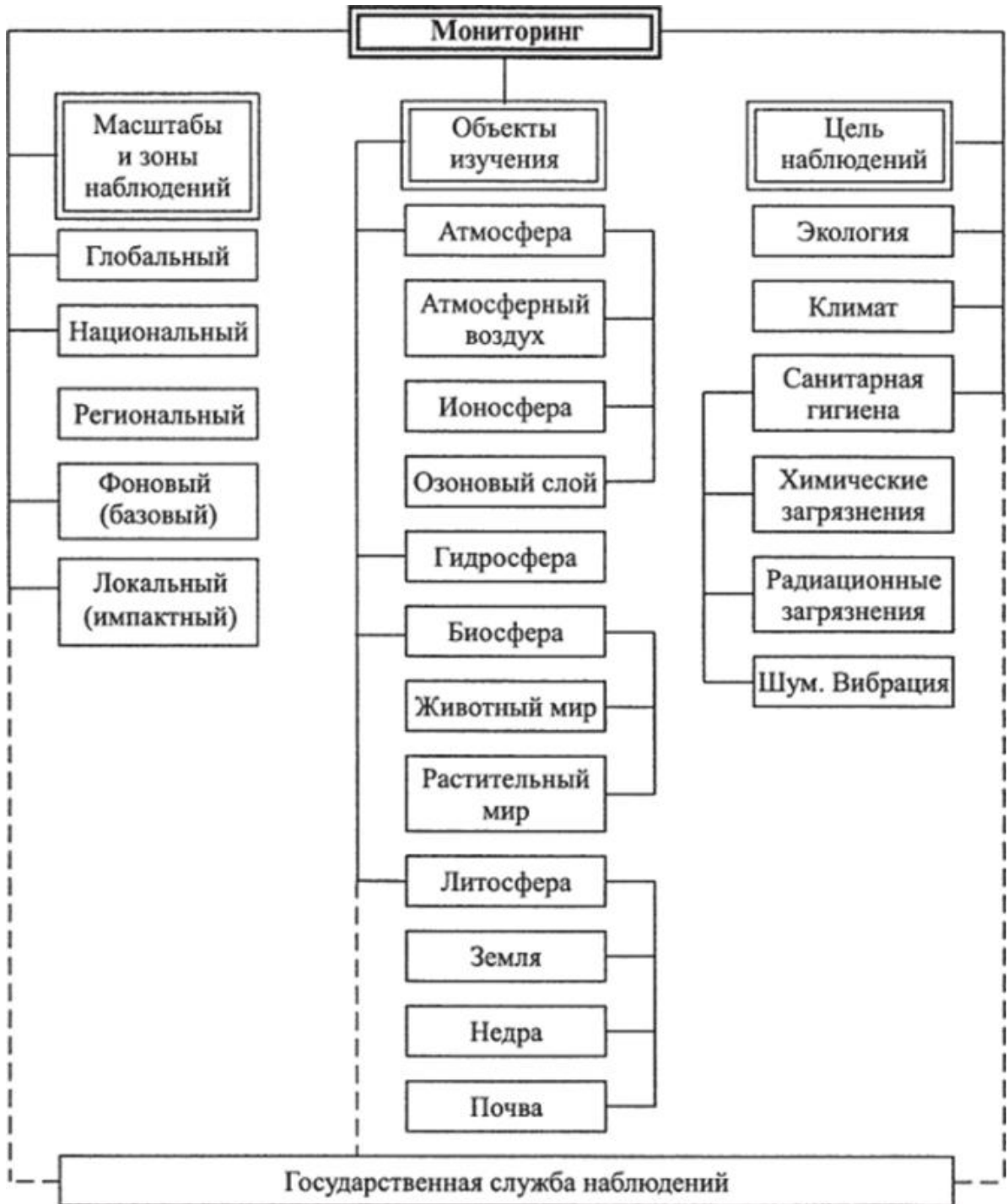


Рис. 1 классификация мониторинга

2.3 Автоматические станции контроля загрязнения атмосферы

Мониторинг окружающей среды осуществляется по всему миру с помощью автоматизированных станций, которые в автоматическом режиме фиксируют значения концентрации в атмосфере и передают эти данные в центр обработки.

Контроль качества атмосферного воздуха выполняется с помощью автоматической системы мониторинга атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге (АСМ АВ). В его состав входят 20 стационарных станций, 2 метеостанции, 3 передвижные лаборатории, одна из которых дополнительно оснащена оборудованием для определения углеводородов (фенола, толуола, формальдегида, ксилолов, этилбензола и бензола). Организация «Минерал» собирает, обрабатывает и хранит данные мониторинга и ещё управляет работой автоматизированных станций [9].

На рисунке 2 представлена схема расположения автоматических станций в Санкт-Петербурге

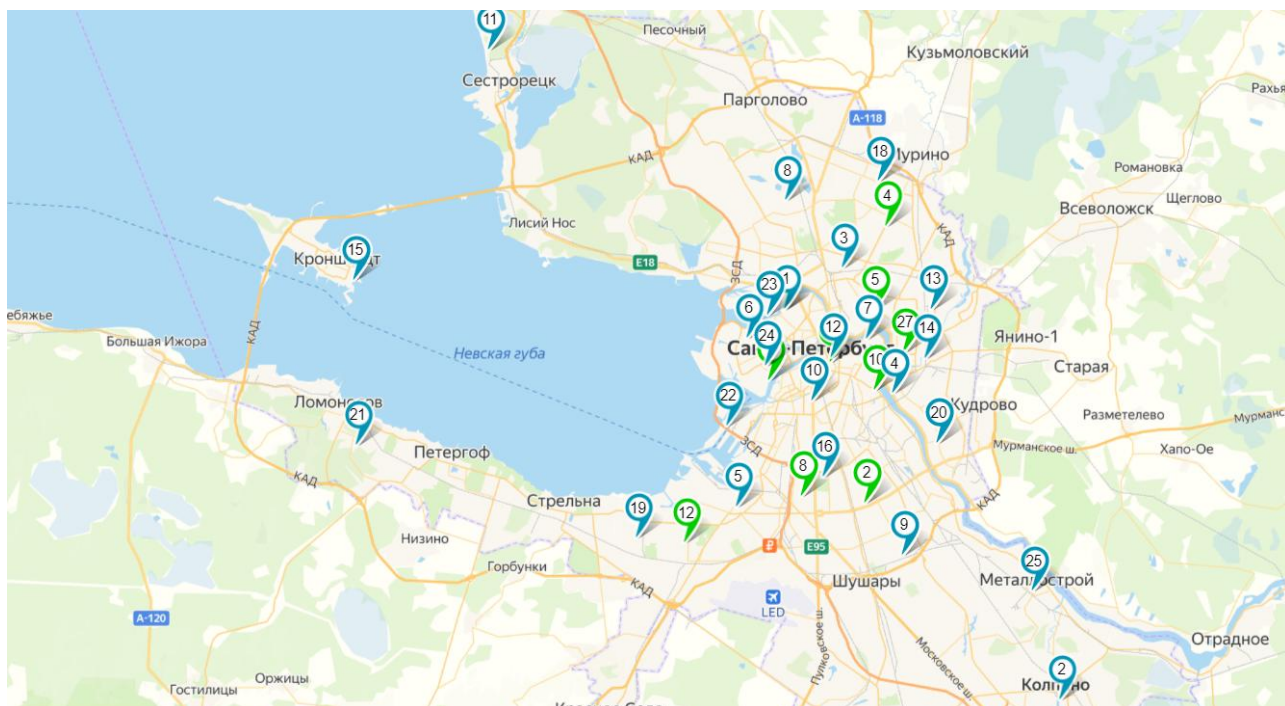


Рис. 2 Схема расположения автоматических станций в Санкт-Петербурге

Адреса мест, в которых расположены автоматические станции мониторинга загрязнения воздуха в Санкт-Петербурге:

- № 1 - ул. Проф. Попова, д.48;
- № 2 - г. Колпино, ул. Красная, д.1А;
- № 3 - ул. Карбышева, д.7;
- № 4 - Малоохтинский пр., д.98;
- № 5 - пр. Маршала Жукова, д.30, корп.3;
- № 6 - В.О., пр. Кима, д. 26 лит. А;
- № 7 - ул. Шпалерная, д. 56;
- № 8 - ул. Новосельковская, д.23;
- № 9 - Малая Балканская ул., д. 54;
- № 10 - Московский пр., д. 19;
- № 11 - г. Сестрорецк, ул. М. Горького, д. 2;
- № 12 - ул. Пестеля, д.1;
- № 13 - шоссе Революции, д. 84;
- № 14 - Уткин пр. д.,16;
- № 15 - Кронштадт, ул. Ильмянинова, д.4;
- № 16 - ул. Севастьянова, д.11;
- № 17 - г. Пушкин, Тиньков пер., д.4;
- № 18 - ул. Ольги Форш, д.6;
- № 19 - пр.Ветеранов, д. 167, корп. 6;
- № 20 - ул. Тельмана, д.24

Таблица 2 Определение загрязняющих веществ на станциях

№ стан ции	Адрес станции	Автоматическое определение						
		СО	NO	NO ₂	O ₃	SO ₂	Пыль < 10 микрон	Пыль < 2,5 микрон
1	ул. Проф. Попова, д.48	+	+	+		+		+
2	г. Колпино, ул. Красная, д.1А	+	+	+	+	+	+	
3	ул. Карбышева, д.7	+	+	+			+	
4	Малоохтинский пр., д.98	+	+	+		+	+	
5	пр. Маршала Жукова, д.30, корп.3	+	+	+		+	+	
6	В.О., пр. Кима, д. 26 лит. А	+	+	+				
7	ул. Шпалерная, д. 56	+	+	+	+		+	
8	ул. Новосельковская, д.23	+	+	+				
9	Малая Балканская ул., д. 54	+	+	+	+	+	+	
10	Московский пр., д. 19	+	+	+		+		
11	г. Сестрорецк, ул. М. Горького, д. 2	+	+	+	+			+
12	ул. Пестеля, д.1	+	+	+				
13	шоссе Революции, д. 84	+	+	+		+	+	
14	Уткин пр. д.,16	+	+	+	+		+	
15	Кронштадт, ул. Ильмянинова, д.4	+	+	+	+	+		+

16	ул. Севастьянова, д.11	+	+	+		+		+
17	г. Пушкин, Тиньков пер., д.4	+	+	+	+		+	
18	ул. Ольги Форш, д.6	+	+	+	+		+	
19	пр.Ветеранов, д. 167, корп. 6	+	+	+		+	+	
20	ул. Тельмана, д.24	+	+	+		+	+	

● Станции определяют концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, источниками которых являются автотранспорт, промышленность и тепловые электростанции, оказывающие наибольшее влияние на экологическую обстановку в Санкт-Петербурге:

- оксид и диоксид азота (NO и NO₂);
- озон (O₃);
- оксид углерода (CO);
- аммиак (NH₃);
- диоксид серы (SO₂);
- взвешенные вещества (пыль фракций 10 и 2.5 мкм).

Решения выполняются автоматически, каждые 20 минут, данные передаются по каналам связи на сервер для хранения и дальнейшей обработки.

Помимо этого, на станциях проводится отбор проб для определения в лабораторных условиях концентраций органических загрязнителей: 3,4-бензапирена, этилбензола, бензола, изомеров ксилола, толуола, фенола.

С помощью передвижных лабораторий можно проводить изучение где угодно, но чаще всего такие наблюдения проводятся поблизости от автомагистралей, там где больше источников выбросов.

Автоматизированная система мониторинга воздуха Санкт-Петербурга (АСМ-АВ) даёт жителям города, различным организациям, муниципальным

образованиям и органам государственной власти информацию о состоянии атмосферного воздуха.

Станции АСМ-АВ расположены во всех восемнадцати административных районах Санкт-Петербурга (см. рис. 1), предоставляя ежедневную (с утра) информацию об уровне загрязнения атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге. Помимо анализаторов загрязнений станции оснащены приборами автоматической системой контроля радиационной ситуации. Автоматические станции измерения загрязнения воздуха постоянно принимают и отправляют данные о загрязнении воздуха в информационно-аналитический центры.

Процедура подготовки информации под контролем рабочей станцией, а именно центральным компьютером. Данные проходят через три математических метода, а результаты представляются в удобном виде. Основой для модельных расчётов и графического представления результатов является географическая карта Санкт-Петербурга с отображением городской застройки.

На основании данных о загрязнении атмосферного воздуха, которые поступили в Информационный центр, информационные сводки обобщаются и направляются в учреждения, организации, ведомства и ведомства, деятельность которых связана с охраной окружающей среды.

Данные о качестве воздуха в Санкт-Петербурге планируется доводить до населения через информационные стенды, через Интернет, средства массовой информации, также ответы на запросы населения и общих групп, консультации и лекции по экологическим вопросам с видео.

Система управления качеством воздуха позволяет выполнять следующие задачи:

- на основании полученной информации решения о проведении природоохранных мероприятий;
- оперативно получать и направлять оперативную информацию о состоянии загрязнения окружающей среды Санкт-Петербурга в администрацию города, экологические организации и СМИ;

- предоставлять населению метеорологическую информацию и информацию о загрязнении окружающей среды в упрощённой форме;
- воспроизводить возможные экологические ситуации (для различных метеорологических условий, планирования городской инфраструктуры, в том числе транспортных путей);

Система, созданная в соответствии с поставленными задачами, выполняет функции, такие как:

1. Результаты анализа данных представлены в виде табличных и временных рядов, диаграмм плотности ограничений и т.д. Возможно получение всех видов статистических характеристик за выбранный период времени.

2. Создание баз данных по выбросам. База данных содержит информацию об источниках выбросов и их характеристиках (выбросы, высота, местоположение, номенклатура загрязняющих веществ и т. д.).

3. Обмен информацией со станциями мониторинга, расположенными в разных частях города. Данные передаются по телефонной линии с помощью модема в цифровом коде.

4. Оценка влияния ресурсов на загрязнение окружающей среды расчётом дисперсии. Это важнейшая часть системы, так как вместе с оценкой уровня загрязнения существующих ресурсов позволяет моделировать изменения в окружающей среде.

2.4 Государственный экологический мониторинг

Государственный экологический мониторинг - сопряжённый мониторинг состояния окружающей среды, в том числе компонентов природной среды, природных экологических систем, происходящих в них процессов, явлений, оценка и прогнозирование изменения состояния окружающей среды (Федеральный закон «Об охране окружающей среды»). № 7-ФЗ от 10 января 2002 г.) [10].

Государственный экологический мониторинг осуществляется с участием органов государственной власти и федеральных органов исполнительной власти. Это за счёт наблюдательных сетей и информационных ресурсов в границах единой системы государственного экологического мониторинга [11].

Подсистемы единой системы государственного экологического мониторинга, входящие в компетенцию Росгидромета:

- государственный мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды;
- государственный мониторинг радиационной обстановки на территории Российской Федерации;
- государственный мониторинг атмосферного воздуха;
- государственный мониторинг внутренних водных вод и территориального моря Российской Федерации;
- государственный мониторинг водных объектов (с точки зрения гидрохимических показателей);
- государственный мониторинг континентального шельфа Российской Федерации;
- государственный экологический мониторинг уникальной экологической системы озера Байкал.
- государственный мониторинг исключительной экономической зоны Российской Федерации;

Текущая система мониторинга загрязнения окружающей среды предназначена для решения следующих проблем:

- мониторинг уровня загрязнения атмосферы, почвы, воды и донных отложений рек, озер, водохранилищ и морей по физико-химическим и гидробиологическим (для водных объектов) показателям для изучения распределения загрязняющих веществ во времени и пространстве, оценки и прогнозирования состояния окружающей среды, определение эффективности мероприятий по её охране;
- предоставление данных заинтересованным организациям для разработки рекомендаций в области охраны окружающей среды и рационального

использования природных ресурсов, разработки планов хозяйственного развития с учётом состояния окружающей среды и других вопросов хозяйственного развития.

● предоставление систематической и оперативной информации об изменении (в том числе радиоактивном) уровней воздуха, почвы, водных объектов под влиянием хозяйственной деятельности и гидрометеорологических условий, прогнозов и предупреждений о возможных изменениях уровней загрязнения;

Основные принципы наблюдений режима:

- сложность и систематическое наблюдение;
- определение показателей едиными методами по всей стране;
- согласованность их времени с характерными гидрологическими ситуациями и изменениями метеорологических условий.

В основе системы экологического мониторинга лежит сеть пунктов наблюдения за режимом, которые устанавливаются в городах, водотоках и водоёмах как в районах с повышенной антропогенной нагрузкой, так и в незагрязнённых районах.

Помимо этого, в системе Росгидромета ведётся работа по оперативному выявлению и расследованию опасных экологических и токсикологических ситуаций, которые связаны с аварийным загрязнением окружающей среды и другими причинами.

Основные типы наблюдений:

- загрязнение атмосферного воздуха в городах и промышленных центрах;
- трансграничный перенос загрязняющих веществ;
- загрязнение суши и поверхностных вод моря;
- комплексные наблюдения за загрязнением окружающей среды в биосферных заповедниках;
- почва загрязнена пестицидами и тяжёлыми металлами;
- для фонового загрязнения атмосферы;
- химический состав и кислотность осадков и снежного покрова;
- за радиоактивное заражение окружающей среды.

Росгидромет несёт ответственность за включение в состав государственного мониторинга состояния окружающей среды (государственного мониторинга окружающей среды) информации, которая содержится в базах данных подсистем единой системы государственного мониторинга окружающей среды (государственного мониторинга окружающей среды).

Государственный мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды, государственный мониторинг уникальной логической системы озера Байкал, государственный мониторинг радиационной обстановки в Российской Федерации, государственный мониторинг внутренних и прибрежных вод Российской Федерации, государственный мониторинг атмосферного воздуха, государственный мониторинга континентального шельфа Российской Федерации, государственный мониторинг исключительной экономической зоны Российской Федерации [12].

На рисунке 3 представлена схема Единой государственной системы экологического мониторинга (ЕГСЭМ) с видами и объектами.



Рис. 3 Глобальная система мониторинга окружающей среды

3 Исследование загрязнённости воздуха в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга

3.1 Климатическая и географическая характеристика города Санкт-Петербурга

Санкт-Петербург с населением более четырёх миллионов человек, является самым северным городом в мире. Город расположен на северо-западе России, в устье реки Невы, между Ладожским озером и Финским заливом.

Географические координаты центра Санкт-Петербурга: $59^{\circ}57'$ северной широты и $30^{\circ}19'$ восточной долготы. Южные побережья Аляски и Гренландии находятся на одной широте, как и такие города, как Осло (столица Норвегии), Магадан, Ухта [13].

Город находится на плоской невысокой равнине, с очень небольшой высотой над уровнем моря, именно поэтому Санкт-Петербург занимает первое место в России по объёму воды. В городе много рек и каналов, главной артерией является река Нева, которая протекает на 74 км. Кроме того, город имеет нулевую точку для системы отсчёта высоты и глубины, которая является отправной точкой для нивелирующих сетей нескольких штатов.

Из-за того, что город находится на такой северной широте, здесь можно наблюдать явление белых ночей. Солнце в полночь опускается ниже горизонта всего на $6,5^{\circ}$, поэтому вечерний восход практически близок к утреннему, а сумерки длятся почти всю ночь.

Город находится в умеренном климатическом поясе, благодаря этому зимой здесь не бывает сильных морозов, а лето относительно тёплое. Но климат в Петербурге очень странный. Погода может меняться быстро и по несколько раз в день. Это объясняется частой сменой воздушных масс вследствие циклонической деятельности. Зимой распространены западные и юго-западные ветры, летом - западные и северо-западные. Вместе с ветром в город приходит пасмурная погода. В среднем в Санкт-Петербурге 63 солнечных дня в году. Влажность в среднем 80%, т.к. количество поступающего солнечного тепла невелико, влага испаряется крайне медленно [14]

3.2 Красногвардейский район города Санкт-Петербурга

Красногвардейский район расположен на северо-востоке Санкт-Петербурга (рис. 4) и занимает территорию на правом берегу Невы: часть Полюстрово, Ржевка, Малая Охта, Пороховое и Жерновка, Большую Охту.

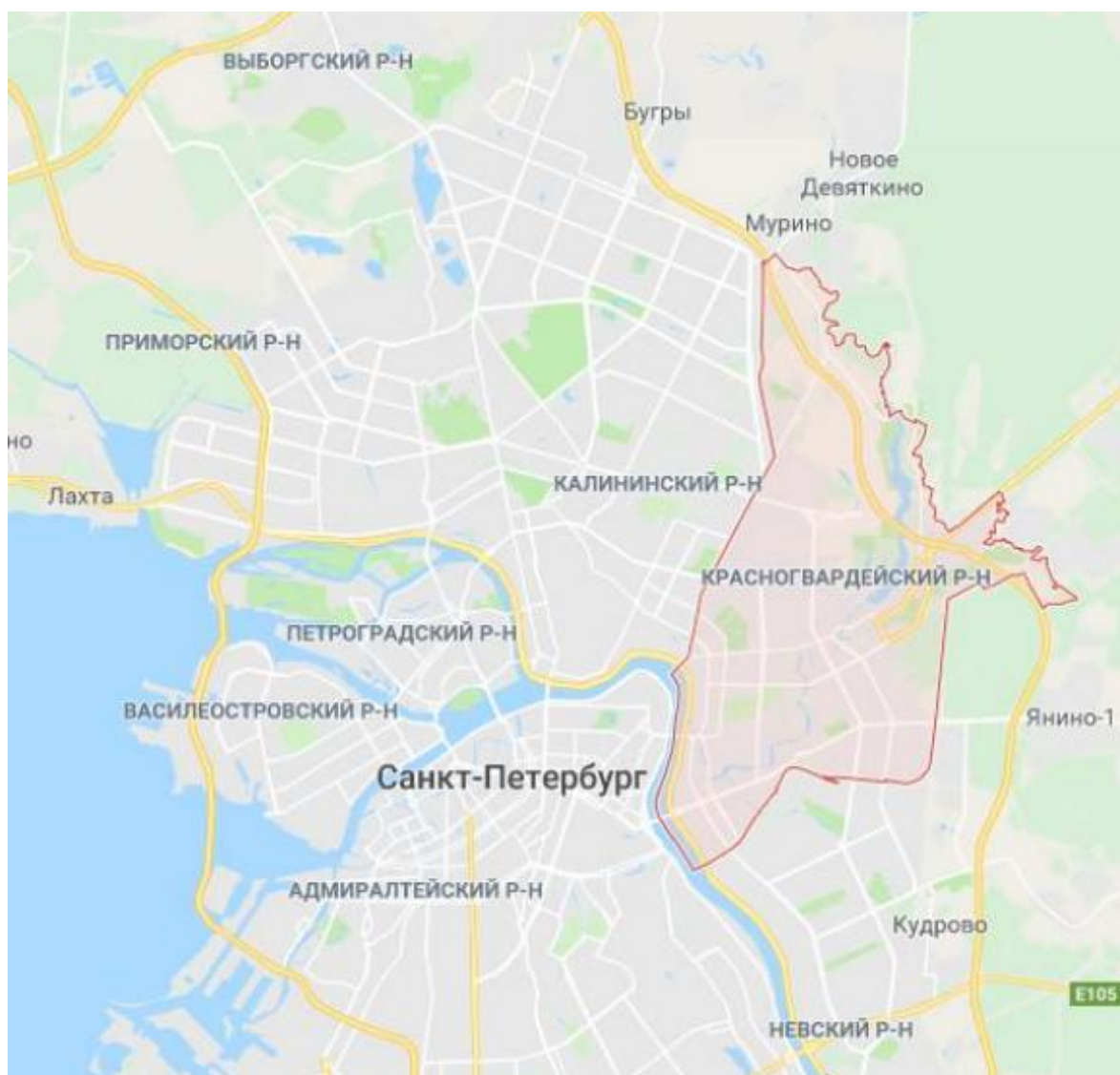


Рис. 4 Красногвардейский район Санкт-Петербурга

Граничит с Калининским районом на северо-западе и Невским на юге. Восточная и северная границы района совпадают с границей города. примыкает к Всеволожскому району Ленинградской области. В районе проживает около 7,1% населения Санкт-Петербурга - более 337 тыс. человек [15].

Красногвардейский район — крупнейший промышленный район Санкт-Петербурга. К крупнейшим промышленным предприятиям относятся «Пластполимер», «Тепломаш», «Краснознаменец», «Электропульт», «Полюстрово», «Русские самоцветы», «Пискаревский», «Химволокно» и др. [15].

3.2 Анализ экологической ситуации в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга в зимний период 2020-2021 года

Данные предоставлены Комитетом по природопользованию, охране окружающей среды и экологической безопасности Санкт-Петербурга.

Среднесуточные данные о концентрациях загрязняющих веществ в долях ПДК находятся в свободном доступе на сайте Экологического портала Санкт-Петербурга, ссылка на сайт: <http://www.infoeco.ru/>. Полученные таблицы приведены в Приложении.

В работе собраны данные, полученные автоматическими станциями экологического мониторинга №13 и №14, которые расположены в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга. На рисунках 5-6 показано расположение станций №13 и №14

Номер станции 13 находится в промзоне по адресу: шоссе Революции, дом 84. Рядом со станцией проходит железная дорога и две автомобильные дороги с интенсивным движением и река Охта [13].

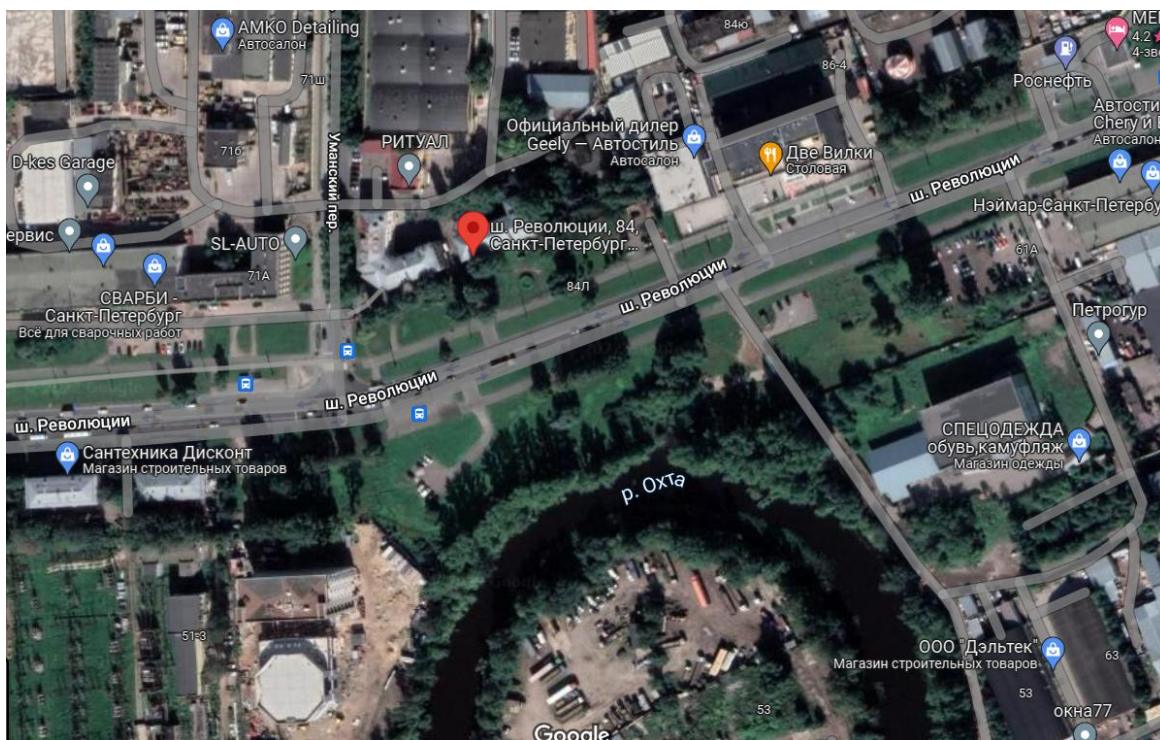


Рис. 5 Местоположение станции № 13

Станция №14 находится по адресу: Уткин пр. д.,16. Рядом со станцией находится река Охта, река Оккервиль, две автомобильные дороги с интенсивным движением [13]

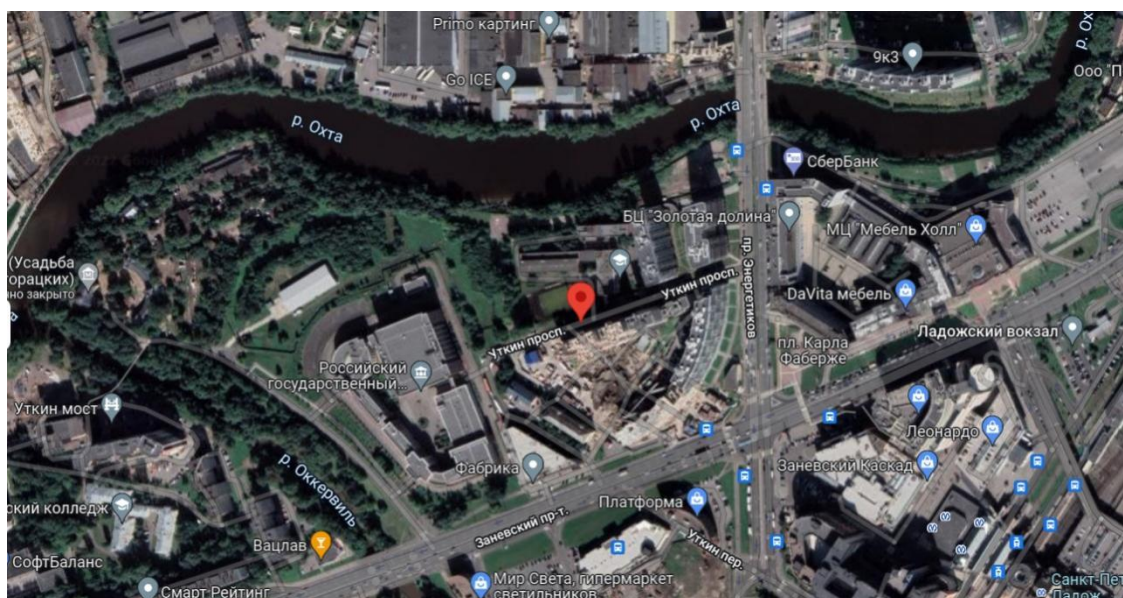


Рис. 6 Местоположение станции № 14

Проведён анализ загрязнения воздуха такими примесями, как оксид углерода (CO), оксид азота (NO) и диоксид азота (NO₂) за зимний период 2020-2021 годов: декабрь, январь и февраль.

На основе полученных данных были построены графики распределения загрязняющих веществ с двух автоматических станций № 13 и № 14, (см. рис. 7 - 12)

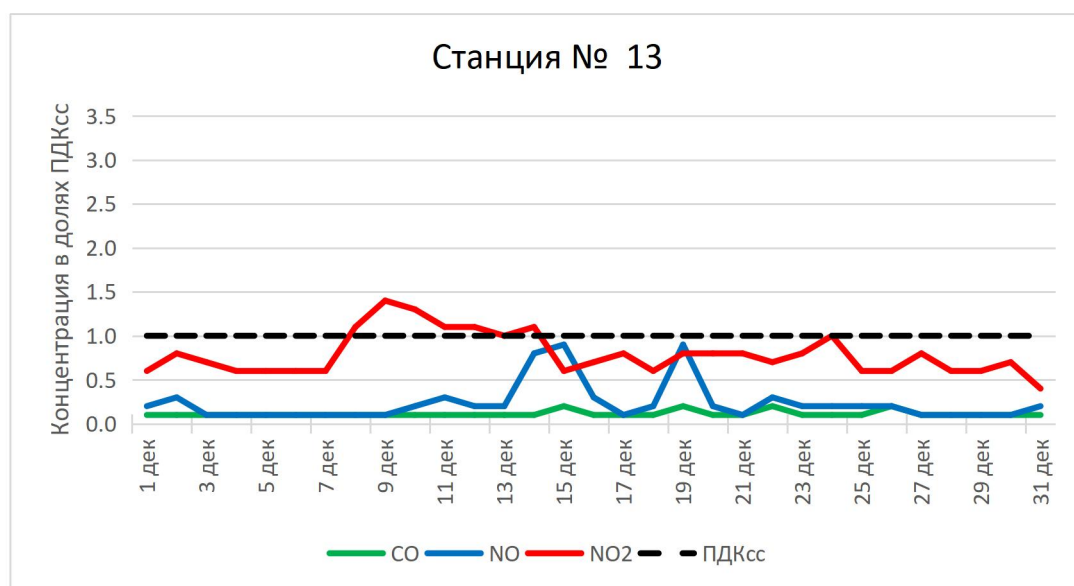


Рис. 7 Концентрации загрязняющих веществ в декабре на станции № 13

В декабре на станции №13 концентрация CO менялась в диапазоне 0,01÷0,02 ПДКсс. Максимальное значение было зафиксировано 15, 22 и 26 декабря. Концентрация NO менялась 0,01÷0,9 ПДКсс. Минимальное значение наблюдалось 17 и 18 декабря, а максимальное - 19 декабря. Концентрация NO₂ менялась от 0,4 до 1,40 ПДКсс. Минимальная концентрация наблюдалась 31 декабря, максимальная - 9 декабря. Концентрация NO₂ превышала ПДКсс 6 раз

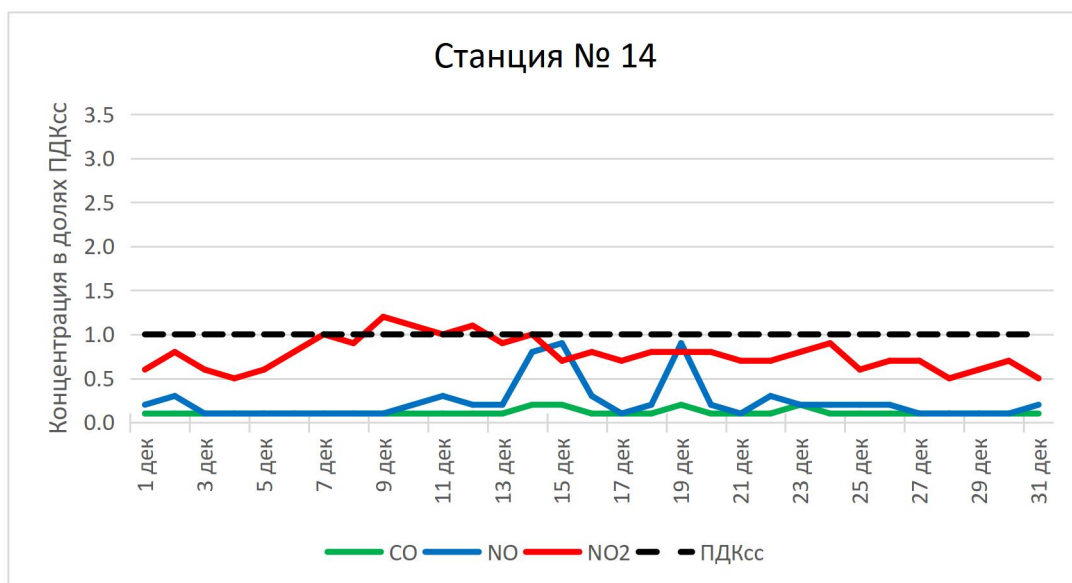


Рис. 8 Концентрации загрязняющих веществ в декабре на станции № 14

В декабре на станции №14 концентрация CO изменялась в диапазоне 0,01÷0,02 ПДКсс. Минимальное значение было зафиксировано 27 раз, а максимальное - 14, 15, 19 и 23 декабря. Концентрация NO менялась 0,01÷0,09 ПДКсс. Минимальное значение наблюдалось 13 раз, а максимальное - 15 и 19 декабря. Концентрация NO₂ менялась от 0,50 до 1,20 ПДКсс. Минимальная концентрация наблюдалась 4, 28 и 31 декабря, максимальная - 9 декабря. Концентрация NO₂ превышала ПДКсс три раза, 9, 10 и 12 декабря.

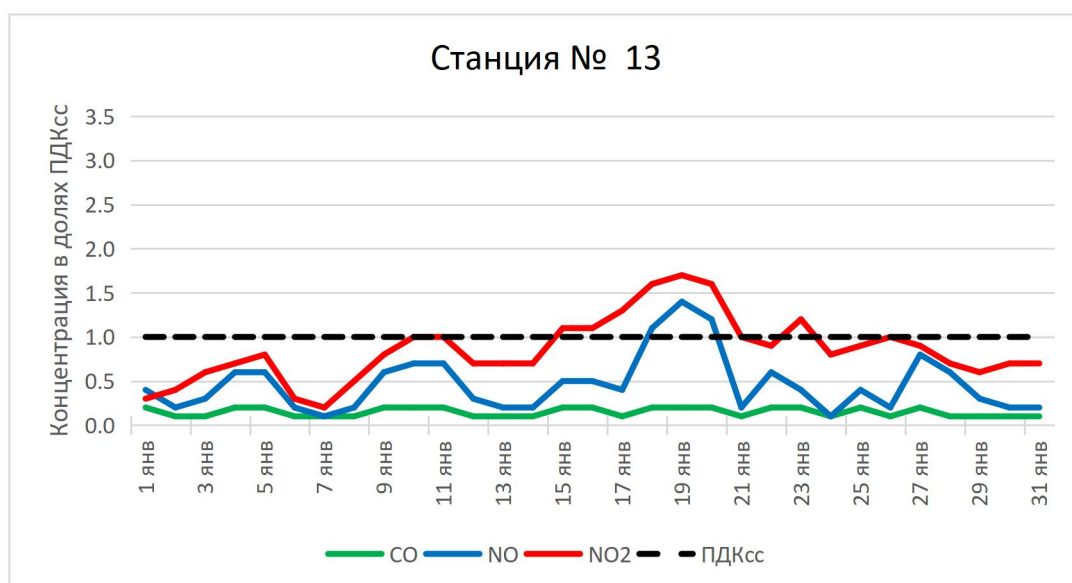


Рис. 9 Концентрации загрязняющих веществ в январе на станции № 13

В январе на станции №13 концентрация СО менялась в диапазоне 0,1÷0,2 ПДКсс. Минимальное значение было зафиксировано 16 раз, а максимальное - 15 раз. Концентрация NO менялась 0,1÷1,40 ПДКсс. Минимальное значение наблюдалось 7 и 24 января, а максимальное - 19 января. Концентрация NO₂ изменялась от 0,2 до 1,7 ПДКсс. Минимальная концентрация наблюдалась 7 января, максимальная - 19 января. Концентрация NO превышала ПДКсс три раза, 18, 19 и 20 января. Концентрация NO₂ превышала ПДКсс 7 раз.

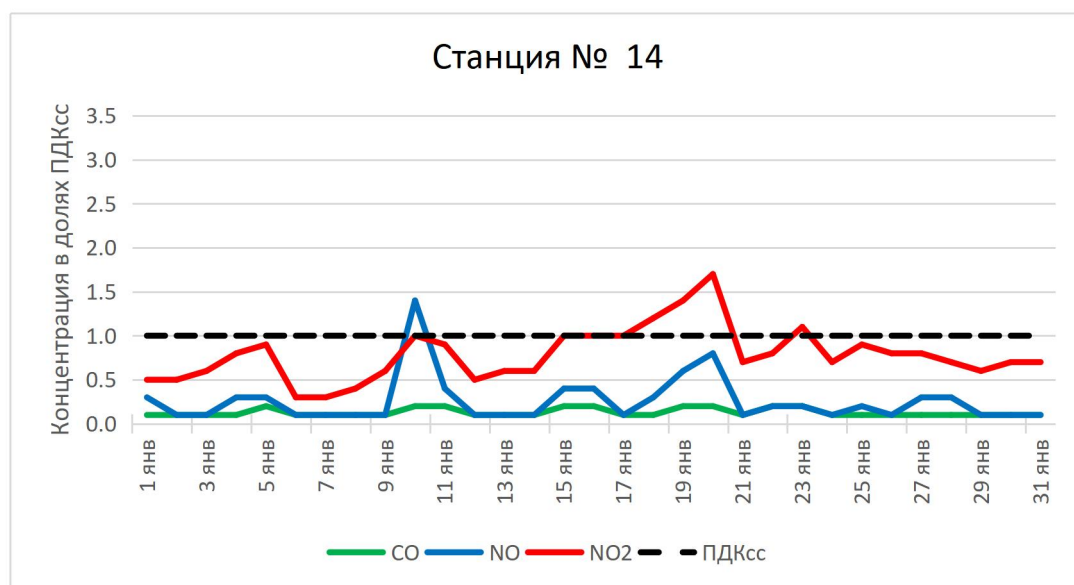


Рис. 10 Концентрации загрязняющих веществ в январе на станции № 14

В январе на станции №14 концентрация СО менялась в диапазоне 0,1÷0,2 ПДКсс. Концентрация NO менялась 0,1÷1,40 ПДКсс. Минимальное значение наблюдалось 15 раз, а максимальное - 10 января. Концентрация NO₂ изменялась от 0,3 до 1,70 ПДКсс. Минимальная концентрация наблюдалась два раза, 6 и 7 января, максимальная - 19 января. Концентрация NO превышала ПДКсс 10 января. Концентрация NO₂ превышала ПДКсс 19 января.

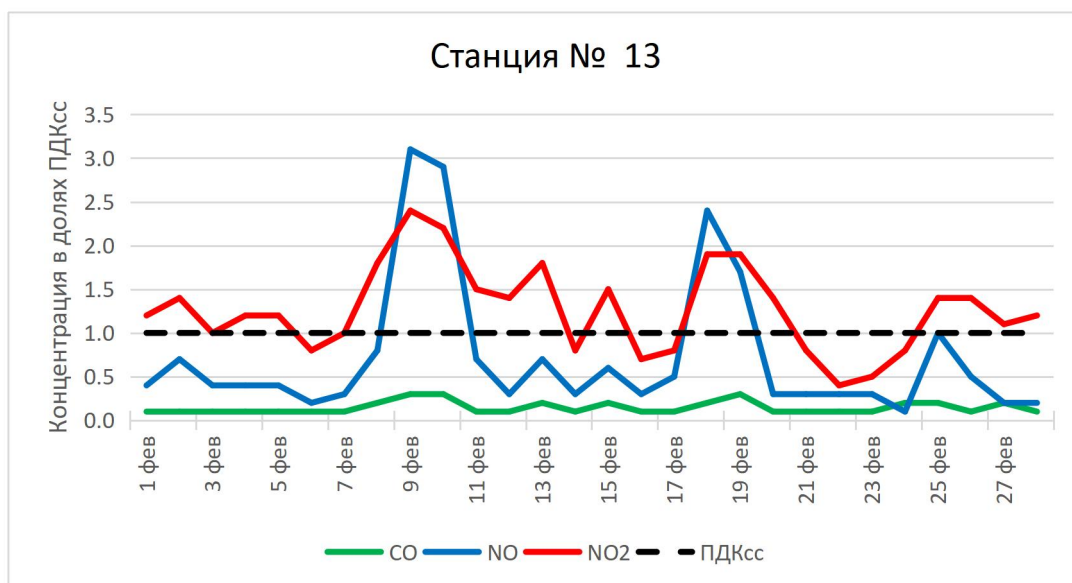


Рис. 11 Концентрации загрязняющих веществ в феврале на станции № 13

В феврале на станции №13 концентрация СО менялась в диапазоне 0,1÷0,3 ПДКсс. Минимальное значение было зафиксировано 18 раз, а максимальное - 3 раза 9, 10 и 19 февраля. Концентрация NO изменялась 0,2÷3,1 ПДКсс. Минимальное значение наблюдалось 3 раза 6, 27 и 28 февраля, а максимальное - 9 февраля. Концентрация NO₂ изменялась от 0,4 до 2,4 ПДКсс. Минимальная концентрация наблюдалась 22 февраля, максимальная - два раза, 18 и 19 февраля. Концентрация NO превышала ПДКсс три раза, 9, 10 и 19 февраля. Концентрация NO₂ превышала ПДКсс 18 раз.

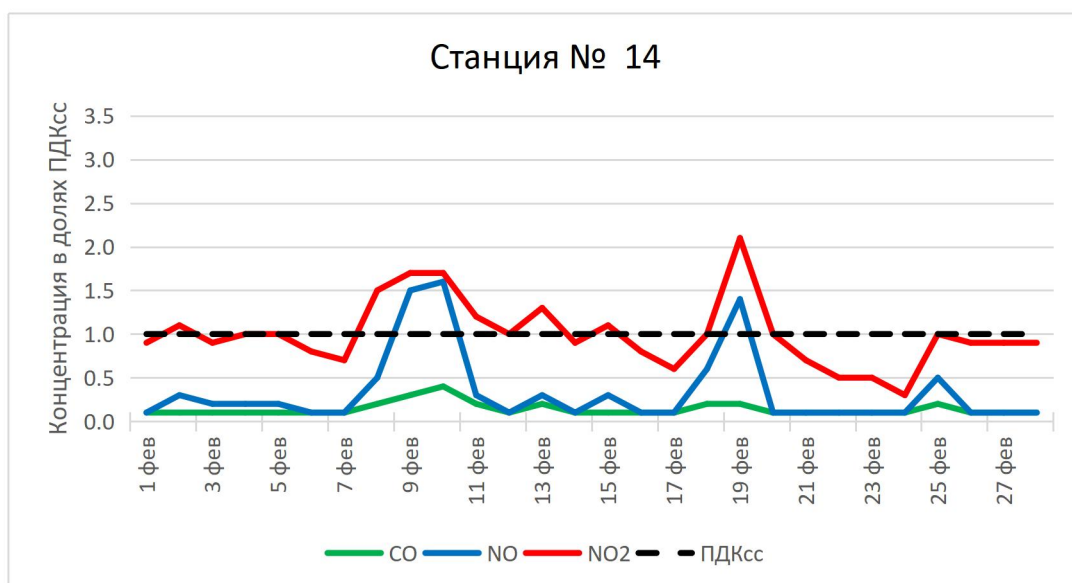


Рис. 12 Концентрации загрязняющих веществ в феврале на станции № 14

В феврале на станции № 14 концентрация СО колебалась в пределах 0,1÷0,4 ПДКс. Минимальное значение было зафиксировано большую часть месяца, а максимальное 10 февраля. Концентрация NO колебалась в пределах 0,1÷1,60 ПДК. Минимальное значение наблюдалось 14 раз, максимальное — 10 марта. Концентрация NO₂ колебалась от 0,3 до 1,70 ПДК. Минимальная концентрация наблюдалась 24 февраля, максимальная – дважды, 9 и 10 февраля. Концентрация NO превышала ПДК 3 раза – 9, 10 и 19 февраля. Концентрация NO₂ превышала ПДК в 7 раз.

Из рисунков 5-10 видно, что во все три зимних месяца концентрация всех загрязняющих веществ выше на станции № 13

По этим двум станциям можно сказать, что станции № 14 менее загрязнена по сравнению со станцией № 13. Все максимальные значения за 3 месяца зарегистрированы на станции №13. Также на станции № 13 количество дней с превышением ПДК больше станции № 14.

Таблица 3 Количество дней, превышающих ПДКсс

Станция	Декабрь	Январь	Февраль	Суммарное количество дней
13	7	8	18	33
14	3	5	8	16

В табл. 3 показано количество дней превышения ПДК на станциях. В декабре на станции №13 количество дней с превышением ПДК в 2,5 раза больше, чем на станции №14. В январе количество дней примерно такое же. В феврале станции №13 количество дней в 2,5 раза больше, чем на станции № 14. Общее количество дней по всем веществам на станции №13 на 48% выше по сравнению со станцией № 14. Декабрь самый чистый месяц, а февраля — грязный.

Высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха на станции № 13 можно объяснить тем, что она находится в промзоне, где расположены различные организации, одна из которых занимается производством пластмасс.

Еще одним не мало важным фактором, который влияет на концентрацию загрязняющих веществ, является железная дорога, что находится вблизи станции № 13.

Недалеко от станции №13 проходят две оживленные магистрали. Во-первых, Индустриальный проспект, один из главных выездов из города, и шоссе Революции - с большим потоком, который не уступает Индустриальному проспекту.

Учитывая эти факторы, можно сказать, что станция № 13 более загрязнена, чем станция № 14. Помимо антропогенных факторов большое влияние на повышенный уровень загрязнения атмосферного воздуха на станции № 13 оказали и метеорологические параметры (табл. 4 - 5).

Таблица 4 Средние значения метеопараметров на станции № 13

	Температура (°С)	Влажность (%)	Скорость ветра (м/с)
Декабрь	-7	86	3,5
Январь	-6	86	3,2
Февраль	-12	83	3,7

Таблица 5 Средние значения метеопараметров на станции № 14

	Температура (°С)	Влажность (%)	Скорость ветра (м/с)
Декабрь	-6	86	4,1
Январь	-5	86	3,9
Февраль	-12	83	4,3

Изучая таблицы (таблицы 4-5 и приложение), можно соединить метеорологические параметры и концентрацию загрязняющих веществ.

Наибольшая связь между скоростью ветра и загрязняющими веществами. Обратная связь, т.е. чем ниже скорость ветра, тем больше концентрация.

Существует ещё одна связь между температурой и загрязняющими веществами. Чем ниже температура, тем выше концентрация загрязняющих веществ.

Заключение

В работе выполнен анализ экологической ситуации в Красногвардейском районе Санкт-Петербурга. По данным автоматических станций мониторинга № 13 и № 14 составлены таблицы среднесуточных концентраций загрязняющих веществ за декабрь, январь и февраль 2020-2021 гг., графики распределения концентраций CO, NO, NO₂.

Станция № 13 более загрязнена, чем станция № 14. Максимальные концентрации загрязняющих веществ для каждого месяца были выше и намного выше. Это потому что рядом проходят две дороги с постоянным интенсивным движением, а также железная дорога, которая проложена рядом, что в значительной степени способствует выпаданию загрязняющих веществ в атмосферу.

Изучив метеорологическую обстановку за наблюдаемый период на основании приведенных выше таблиц и графиков, было отмечено, что максимальные концентрации всех трех загрязняющих веществ наблюдались при минимальном ветре и более низких температурах на обеих станциях.

Это связано с тем, что при высоких отрицательных температурах в городских предприятиях, а также в транспортных средствах сгорается больше топлива, что приводит к значительно более сильным выбросам загрязняющих веществ в атмосферу. Также эти вещества практически не распадаются из-за отсутствия ветра, что сказывается на концентрациях.

Список литературы

1. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. - М.: Гл.ред. МСЭ. – 408 с.
2. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния окружающей среды. – М.: Гидрометеиздат, 1984. – 375 с.
3. Родин А.А., Другов Ю.С., Мониторинг органических загрязнений природной среды. 500 методик. Практическое руководство. Бином. – 2014. – 676 с.
4. Гигиенические нормативы ГН 2.1.6.1338-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. – М., - 2003. – 41 с.
5. Марьясис В.В., Берегите себя от болезней. Москва. – 1992. – 112 с.
6. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2003 году/ Под редакцией Д.А. Голубева, Н.Д. Сорокина. – СПб. :ООО«Сезам-Принт», 2004. – 144 с.
7. Родовид [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://rodovid.me/razdelnyi_sbor_musora/kak-shveciya-sdelalarevolyuciyu-v-pererabotke.html (дата обращения: 23.04.2022).
8. Пашкевич М.А., Шуйский В.Ф. - Экологический мониторинг: Учебное пособие. Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет). СПб, 2002. - 89 с.
9. Экологический портал Санкт-Петербурга [Электронный ресурс] - <http://www.infoeco.ru/> (дата обращения: 25.04.2022).
10. Блинов Л.Н., Ролле Н.Н. - Экология: опорный конспект лекций. Основные понятия, термины, законы, схемы. СПб.: Изд. СПбГПУ. 2005. - 110 с.
11. Матвеев А. В. Управление охраной окружающей среды. СПб, 2003.- 9с.44
12. Безуглая Э.Ю. - Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. - Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 200 с.

13. Санкт-Петербург: физико- географическая характеристика [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.x-know.com/info/sankt-peterburg/fizikogeograficheskaya-karakteristika> (дата обращения 23.04.2022).

14. Климат Санкт-Петербурга и Ленинградской области [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.meteo.nw.ru/articles/index.php?id=2> (дата обращения 23.04.2022).

15.Официальный сайт Администрации Красногвардейского района. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://krcbs.ru/article/item/id/100/istoriya_krasnogvardeiskogo_raiona (дата обращения: 23.04.2022)

Приложение

Приложение А. Среднесуточные концентрации за декабрь, январь и февраль на станции № 13

Дата	СО (ПДКсс)	NO (ПДКсс)	NO ₂ (ПДКсс)
1 декабря	0.1	0.5	0.6
2 декабря	0.1	0.7	0.8
3 декабря	0.1	0.3	0.7
4 декабря	0.1	0.3	0.6
5 декабря	0.1	0.3	0.6
6 декабря	0.1	0.3	0.6
7 декабря	0.1	0.3	0.6
8 декабря	0.1	0.3	1,1
9 декабря	0.1	0.4	1,4
10 декабря	0.1	0.5	1,3
11 декабря	0.1	0.6	1,1
12 декабря	0.1	0.4	1,1
13 декабря	0.1	0.4	1
14 декабря	0.1	0.6	1,1
15 декабря	0.2	1,4	0.6
16 декабря	0.1	0.5	0.7
17 декабря	0.1	0.1	0.8
18 декабря	0.1	0.1	0.6
19 декабря	0.2	1,5	0.8
20 декабря	0.1	0.3	0.8
21 декабря	0.1	0.3	0.8
22 декабря	0.2	0.6	0.7

23 декабря	0.1	0.2	0.8
24 декабря	0.1	0.4	1
25 декабря	0.1	0.3	0.6
26 декабря	0.2	0.2	0.6
27 декабря	0.1	0.3	0.8
28 декабря	0.1	0.2	0.6
29 декабря	0.1	0.2	0.6
30 декабря	0.1	0.2	0.7
31 декабря	0.1	0.3	0.4

Дата	СО (ПДКсс)	НО (ПДКсс)	NO2 (ПДКсс)
1 января	0.2	0.4	0.3
2 января	0.1	0.2	0.4
3 января	0.1	0.3	0.6
4 января	0.2	0.6	0.7
5 января	0.2	0.6	0.8
6 января	0.1	0.2	0.3
7 января	0.1	0.1	0.2
8 января	0.1	0.2	0.5
9 января	0.2	0.6	0.8
10 января	0.2	0.7	1

11 января	0.2	0.7	1
12 января	0.1	0.3	0.7
13 января	0.1	0.2	0.7
14 января	0.1	0.2	0.7
15 января	0.2	0.5	1,1
16 января	0.2	0.5	1,1
17 января	0.1	0.4	1,3
18 января	0.2	1,1	1,6
19 января	0.2	1,4	1,7
20 января	0.2	1,2	1,6
21 января	0.1	0.2	1
22 января	0.2	0.6	0.9
23 января	0.2	0.4	1,2
24 января	0.1	0.1	0.8
25 января	0.2	0.4	0.9
26 января	0.1	0.2	1
27 января	0.2	0.8	0.9
28 января	0.1	0.6	0.7
29 января	0.1	0.3	0.6
30 января	0.1	0.2	0.7
31 января	0.1	0.2	0.7

Дата	СО (ПДКсс)	NO (ПДКсс)	NO ₂ (ПДКсс)
1 февраль	0.1	0.4	1,2
2 февраль	0.1	0.7	1,4
3 февраль	0.1	0.4	1
4 февраль	0.1	0.4	1,2
5 февраль	0.1	0.4	1,2
6 февраль	0.1	0.2	0.8
7 февраль	0.1	0.3	1
8 февраль	0.2	0.8	1,8
9 февраль	0.3	3,1	2,4
10 февраль	0.3	2,9	2,2
11 февраль	0.1	0.7	1,5
12 февраль	0.1	0.3	1,4
13 февраль	0.2	0.7	1,8
14 февраль	0.1	0.3	0.8
15 февраль	0.2	0.6	1,5
16 февраль	0.1	0.3	0.7
17 февраль	0.1	0.5	0.8
18 февраль	0.2	2,4	1,9
19 февраль	0.3	1,7	1,9
20 февраль	0.1	0.3	1,4
21 февраль	0.1	0.3	0.8
22 февраль	0.1	0.3	0.4
23 февраль	0.1	0.3	0.5
24 февраль	0.2	0.1	0.8
25 февраль	0.2	1	1,4
26 февраль	0.1	0.5	1,4

27 февраль	0.2	0.2	1,1
28 февраль	0.1	0.2	1,2

Приложение В. Среднесуточные концентрации и метеопараметры за декабрь, январь и февраль на станции № 14

Дата	СО (ПДКсс)	NO (ПДКсс)	NO ₂ (ПДКсс)
1 декабря	0.1	0.2	0.6
2 декабря	0.1	0.3	0.8
3 декабря	0.1	0.1	0.6
4 декабря	0.1	0.1	0.5
5 декабря	0.1	0.1	0.6
6 декабря	0.1	0.1	0.8
7 декабря	0.1	0.1	1
8 декабря	0.1	0.1	0,9
9 декабря	0.1	0.1	1,2
10 декабря	0.1	0.2	1,1
11 декабря	0.1	0.3	1
12 декабря	0.1	0.2	1,1
13 декабря	0.1	0.2	0,9
14 декабря	0.2	0.8	1
15 декабря	0.2	0.9	0.7
16 декабря	0.1	0.3	0.8
17 декабря	0.1	0.1	0.7
18 декабря	0.1	0.2	0.8
19 декабря	0.2	0.9	0.8
20 декабря	0.1	0.2	0.8

21 декабря	0.1	0.1	0.7
22 декабря	0.1	0.3	0.7
23 декабря	0.2	0.2	0.8
24 декабря	0.1	0.2	0.9
25 декабря	0.1	0.2	0.6
26 декабря	0.1	0.2	0.7
27 декабря	0.1	0.1	0.7
28 декабря	0.1	0.1	0.5
29 декабря	0.1	0.1	0.6
30 декабря	0.1	0.1	0.7
31 декабря	0.1	0.2	0.5

Дата	СО (ПДКсс)	НО (ПДКсс)	NO ₂ (ПДКсс)
1 января	0.1	0.3	0.5
2 января	0.1	0.1	0.5
3 января	0.1	0.1	0.6
4 января	0.1	0.3	0.8
5 января	0.2	0.3	0.9
6 января	0.1	0.1	0.3
7 января	0.1	0.1	0.3
8 января	0.1	0.1	0.4
9 января	0.1	0.1	0.6
10 января	0.2	1,4	1
11 января	0.2	0.4	0.9
12 января	0.1	0.1	0.5
13 января	0.1	0.1	0.6
14 января	0.1	0.1	0.6

15 января	0.2	0.4	1
16 января	0.2	0.4	1
17 января	0.1	0.1	1
18 января	0.1	0.3	1,2
19 января	0.2	0.6	1,4
20 января	0.2	0.8	1,7
21 января	0.1	0.1	0.7
22 января	0.2	0.2	0.8
23 января	0.2	0.2	1,1
24 января	0.1	0.1	0.7
25 января	0.1	0.2	0.9
26 января	0.1	0.1	0.8
27 января	0.1	0.3	0.8
28 января	0.1	0.3	0.7
29 января	0.1	0.1	0.6
30 января	0.1	0.1	0.7
31 января	0.1	0.1	0.7

Дата	СО (ПДКсс)	НО (ПДКсс)	NO2 (ПДКсс)
1 февраль	0.1	0.1	0.9
2 февраль	0.1	0.3	1,1
3 февраль	0.1	0.2	0.9
4 февраль	0.1	0.2	1
5 февраль	0.1	0.2	1
6 февраль	0.1	0.1	0.8
7 февраль	0.1	0.1	0.7

8 февраль	0.2	0.5	1,5
9 февраль	0.3	1,5	1,7
10 февраль	0.4	1,6	1,7
11 февраль	0.2	0.3	1,2
12 февраль	0.1	0.1	1
13 февраль	0.2	0.3	1,3
14 февраль	0.1	0.1	0.9
15 февраль	0.1	0.3	1,1
16 февраль	0.1	0.1	0.8
17 февраль	0.1	0.1	0.6
18 февраль	0.2	0.6	1
19 февраль	0.2	1,4	2,1
20 февраль	0.1	0.1	1
21 февраль	0.1	0.1	0.7
22 февраль	0.1	0.1	0.5
23 февраль	0.1	0.1	0.5
24 февраль	0.1	0.1	0.3
25 февраль	0.2	0.5	1
26 февраль	0.1	0.1	0.9
27 февраль	0.1	0.1	0.9
28 февраль	0.1	0.1	0.9